FMV

R-9

ROHDE & SCHWARZ

MP MASTER

MA20660

BESCHREIBUNG

INSTRUCT. BOOK

FREQUENZHUBMESSER

FREQUENCY DEVIATION METER

Type FMV

Beschreibung

FREQUENZHUBMESSER

Type FMV BN 4620

English Instruction Book
see page 33

Rohde & Schwarz Sales Co. (USA), Inc.
111 Lexington Ave., Passaic, N. J. 07055
201-773-8010

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe R 8594/963 d/e

INHALTSÜBERSICHT

1. Eigenschaften 3

2. Anwendung 5

3. Inbetriebnahme 6

3.1. Einstellen des Gerätes auf die gegebene Netzspannung 6
3.2. Anschlüsse 6
3.3. Einstellen des mechanischen Nullpunktes an den Instrumenten 8
3.4. Einschalten 8
3.5. Eichen I, Frequenzablage 8
3.6. Eichen II, Frequenzhub 9
3.7. Prüfung der Frequenzhubeichung mit Hilfe der Nullstellenmethode 10

4. Messen 11

4.1. Frequenzeinstellung 11
4.2. Messung der relativen Frequenzablage 12
4.3. Messung des Frequenzhubes 12
4.4. Messung des Phasenhubes 13
4.5. Messung des Frequenzganges der Modulation 14
4.6. Messung des Modulationsgrades 14
4.7. Klirrfaktormessung (nur bei FM) 15
4.8. Messung des Fremdspannungs- oder Geräuschabstandes 15
4.9. Messungen über 300 MHz 16

5. Wirkungsweise und Aufbau 16

5.1. Wirkungsweise 16
5.2. Aufbau 19

6. Röhrenwechsel 21

7. Schaltteilliste 22

Stromlauf 65

1. EIGENSCHAFTEN

Frequenzbereich	20...300 MHz bis 600 MHz durch Mischen der Eingangsfrequenz mit einer Oberwelle der FMV-Oszillatorfrequenz
Frequenzbereich-Unterteilung	20...33/59/102/185/300 MHz
Fehlergrenzen	±1 %
Anzeigebereich für relative Mittelfrequenzabweichungen	-30...+30 kHz -100...+100 kHz
Fehlergrenzen	±2 % (nach Nacheichung)
Anzeigebereich für den Frequenzhub	0...10/30/60/150 kHz
Fehlergrenzen	±4 % (nach Nacheichung)
Fehlergrenzen des eingebauten Hubnormals	±1 %
Anzeigebereich für den Amplituden-Modulationsgrad	0...10/30 %
Fehlergrenzen	±10 %
Frequenzbereich der Modulation	30 Hz...15 kHz; bis 60 kHz bei Erweiterung der Hubanzeige-Fehlergrenzen auf ±10 %
Nachentzerrung	50 µs, wahlweise einschaltbar für Anzeige oder Meßausgang oder Anzeige + Meßausgang
VHF-Eingang	Kurzhubstecker Dezifix B, umrüstbar für andere Stecker- und Buchsensysteme, siehe Seite 7
Eingangswiderstand	etwa 60 Ω
Bedarf an Eingangsspannung bei Frequenzhubmessungen	10...50 mV
bei Modulationsgradmessungen	20...100 mV bei Frequenzen von 300...600 MHz ist etwa die zehnfache Eingangsspannung erforderlich
Maximale Eingangsspannung	2,5 V

Meßausgang	Telefonbuchsen
Innenwiderstand	< 30 Ω bei 30 Hz...3 kHz <150 Ω bei 3...15 kHz
Ausgangsspannung in jedem AM- und FM-Anzeigebereich bei Vollausschlag des Instrumentes	etwa +6 db
Frequenzgang der Ausgangsspannung	
von 30 Hz...15 kHz	±5 % bei $R_a \geqq 600\,\Omega$
von 15...60 kHz	-30...+5 % bei $R_a = 600\,\Omega$
Eigenklirrfaktor bei $R_a \geqq 600\,\Omega$ und Modulationsfrequenzen <15 kHz	
ohne Nachentzerrung	<0,5 % bei 75 kHz Hub <1 % bei 150 kHz Hub
mit Nachentzerrung	<0,3 % bei 75 kHz Hub <0,5 % bei 150 kHz Hub
Eigenstörhub	<15 Hz, entsprechend 74 db, bezogen auf 75 kHz Hub im Frequenzbereich unter 225 MHz; <25 Hz, entsprechend 70 db, bezogen auf 75 kHz Hub im Frequenzbereich über 225 MHz
Eigenstör-AM	<0,05 %
Synchrone AM bei 75 kHz Hub	<1 %
Netzanschluß	115/125/220/235 V ±10 % 47...63 Hz, 75 VA
Bestückung	1 Röhre EC 81 8 Röhren EF 800 4 Röhren EF 804 S 1 Röhre PL 81 1 Stabilisator 85 A 2 1 Zwergglimmlampe 220 V 1 Schmelzeinsatz 1 C DIN 41571 1 Schmelzeinsatz 0,1 C DIN 41571
Abmessungen	540 x 234 x 378 mm (R & S-Normkasten Größe 56)
Gewicht	27 kg
Zubehör	1 Anschlußkabel LK 333

B E I B L A T T

zur Beschreibung Ausgabe R 8594/963 d/e zum

FREQUENZHUBMESSER Type FMV BN 4620

für die Geräte mit FNr. F 1731/1...100

TAR: Einkleben in R 8594/963 d/e zwischen Seite 4 und 5

Änderungen

Seite 4, Zeile 6 von unten: 1 C DIN 41571 wird M 1 C DIN 41571.
Zeile 5 von unten: 0,1 C DIN 41571 wird M 0,1 C DIN 41571.

Seite 6, Zeile 13 von unten: (1 C DIN 41571) wird (M 1 C DIN 41571).
1,6-A-Sicherung wird 2-A-Sicherung.
Zeile 12 von unten: (1,6 D DIN 41571) wird (M 2 D DIN 41571).

Seite 24: Gl 1, GK 2551 wird GK/OA 95.

Seite 25: Gl 2 und Gl 3, je GK 2551 werden Dioden-Pärchen GK/2x AA 118.
K1, LKK 61900 wird 4620-19.

Seite 30: RsT, RLS 301/3 wird RLS 301/1.

Seite 31: Si1, 1 C DIN 41571 wird M 1 C DIN 41571.
Si2, 0,1 C DIN 41571 wird M 0,1 C DIN 41571.

Stromlauf: RsT liegt nicht mehr an der Wicklung 14-15 von Tr2,
sondern an der Wicklung 12-13 von Tr2.

Beiblatt-Ausgabe R 10319/865

2. ANWENDUNG

Der Frequenzhubmesser Type FMV ist ein Meß-Demodulator zur Kontrolle frequenzmodulierter Sender. Sein Anwendungsgebiet umfaßt Entwicklungs- und Fertigungsmessungen ebenso wie die Betriebsüberwachung. Der Frequenzbereich dieses Gerätes erstreckt sich über das ganze VHF-Gebiet. Im einzelnen sind mit dem Gerät folgende Messungen ausführbar:

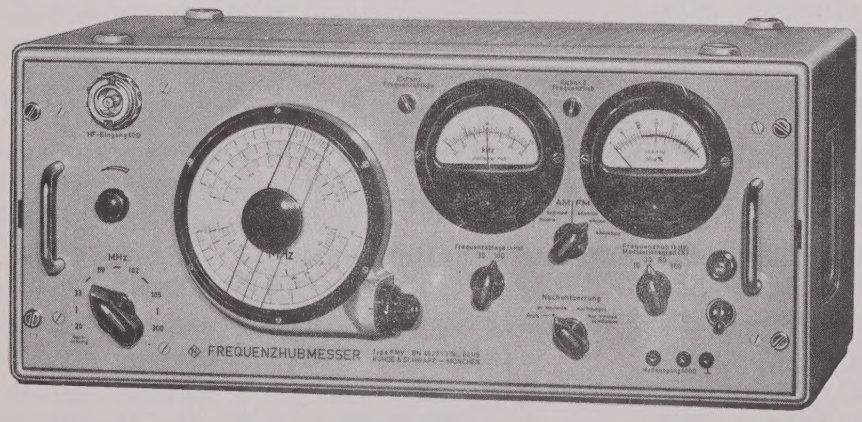
a) Die Aufnahme statischer Modulationskennlinien durch Messung der Frequenzablage.

b) Die Messung der Trägerauswanderung z. B. infolge der Modulation oder der Stromversorgungsschwankungen.

c) Die Messung des Frequenzhubes (0...150 kHz) mit Modulationsfrequenzen zwischen 30 Hz und 15 kHz (mit verringerter Meßgenauigkeit bis 60 kHz).

d) Die Messung des Frequenzganges der Modulation und die Prüfung des Verlaufs der vorgeschriebenen Vorverzerrung.

e) Die Messung der Amplitudenmodulation (bis 30 %) und der synchronen Amplitudenmodulation frequenzmodulierter Sender.



Bei Verwendung zusätzlicher Geräte sind noch weitere Messungen möglich; so zum Beispiel:

f) Die Messung nichtlinearer Verzerrungen der Modulation mit unserem Klirrfaktormesser Type FTZ (BN 4816).

g) Die Messung der Brumm- und Störmodulation eines Senders mit unserem Geräuschspannungsmesser Type UPGR (BN 12038) oder Type UPGF (BN 12036) oder Mikrovoltmeter Type UVM (BN 12011).

3. INBETRIEBNAHME

3.1. Einstellen des Gerätes auf die gegebene Netzspannung

Ab Werk ist der Frequenzhubmesser für 220 V Netzwechselspannung eingestellt. Zur Umstellung für 115, 125 oder 235 V muß man am linken und rechten Rand der Frontplatte die Zylinderkopfschrauben lösen, das Gerät aus dem Gehäuse ziehen und auf dem Spannungswähler (über dem Netztransformator) das mit der gegebenen Spannung bezeichnete Kontaktfedernpaar mit einer geeigneten Sicherung überbrücken. Bei 235 V ist die für 220 V eingesetzte 1-A-Sicherung (1 C DIN 41571) geeignet. Bei 115 V und 125 V muß eine 1,6-A-Sicherung (1,6 D DIN 41571) eingesetzt werden. Die daneben im Sicherungselement eingeschraubte Anodensicherung muß unabhängig von der Netzspannung für 100 mA bemessen sein.

Netzspannungsschwankungen bis zu ±10 % sind zulässig. Dabei werden die angegebenen Fehlergrenzen des Gerätes noch eingehalten. Bei größeren Unter- oder Überspannungen muß dem Gerät ein geeigneter Spannungskonstanthalter vorgeschaltet werden.

3.2. Anschlüsse

Zur Verbindung mit dem Netz ist dem Gerät das Anschlußkabel LK 333 beigegeben. Der Anschluß am FMV befindet sich auf der Rückseite. Der Eingang des FMV ist, wenn bei der Bestellung nicht anders angegeben, mit einem Kurzhubstecker Dezifix B ausgerüstet.

In diesem Fall muß also auch das koaxiale Verbindungskabel mit einem Stecker dieser Art versehen sein. Der Eingang des FMV bietet aber den beachtenswerten Vorteil der Umrüstbarkeit für andere Stecker- oder Buchsenarten. Derzeit stehen die in nachstehender Liste aufgeführten Umrüstsätze zur Verfügung. Der Umrüstvorgang ist sehr einfach: Man schraubt den Außenleiter des Dezifixsteckers mit den (von R&S beziehbaren) Schlüssel FZM 10900 und den Innenleiter mit einem 4-mm-Schraubenzieher heraus. Dann können der Innen- und Außenleiter des jeweils erforderlichen Umrüstsatzes eingeschraubt werden. Wir empfehlen, Dezifixstecker und Umrüstsätze pfleglich zu behandeln und sorgfältig aufzubewahren, da schon geringe mechanische Verletzungen die elektrischen Eigenschaften verschlechtern können.

Gewünschter Anschluß am Eingang	Umrüstsatz Bestell - Nummer
50-Ω-Buchse Serie UHF	FHD 10900/50
50-Ω-Stecker Serie UHF	FHS 10900/50
50-Ω-Buchse Serie N	FHD 20900/50
50-Ω-Stecker Serie N	FHS 20900/50
50-Ω-Buchse Serie C	FHD 30900/50
50-Ω-Stecker Serie C	FHS 30900/50
50-Ω-Buchse Serie BNC	FHD 40900/50
50-Ω-Stecker Serie BNC	FHS 40900/50
50-Ω-HF-Buchse 4,1/9,5	FID 20900/50
50-Ω-HF-Stecker 4,1/9,5	FIS 20900/50
50-Ω-HF-Buchse 7/16	FID 40900/50
50-Ω-HF-Stecker 7/16	FIS 40900/50
60-Ω-HF-Buchse 3,5/9,5 DIN 47281	FID 20900/60
60-Ω-HF-Stecker 3,5/9,5 DIN 47281	FIS 20900/60
60-Ω-HF-Buchse 6/16 DIN 47282	FID 40900/60
60-Ω-HF-Stecker 6/16 DIN 47282	FIS 40900/60
50-Ω-Anschluß General-Radio 874	FLA 20900/50
50-Ω-Anschluß Marconi H 4	FLB 20900/50

Äußere Meßgeräte, zum Beispiel für Frequenzgang- oder Klirrfaktormessungen, werden an der Frontplatte rechts unten angeschlossen. Von den drei Buchsen „Meßausgang" sind die linke und mittlere erdfrei; die rechte Buchse liegt an Masse und dient zum Anschließen der Kabelabschirmung. Die einzelnen Eigenschaften des Meßausgangs sind auf Seite 4 aufgeführt.

3.3. Einstellen des mechanischen Nullpunktes an den Instrumenten

Bei ausgeschaltetem Gerät müssen die Zeiger der beiden Instrumente auf dem mechanischen Nullpunkt stehen, das heißt bei jeder Skala auf 0 kHz. Zur Korrektur dient die im Instrumentgehäuse eingelassene Schlitzschraube.

3.4. Einschalten

Eingeschaltet wird das Gerät mit dem Kippschalter an der Frontplatte rechts unten. Die darüber eingebaute Glimmlampe dient zur Überwachung des Einschaltzustandes. Etwa eine Minute nach dem Einschalten ist das Gerät betriebsbereit. Um die angegebenen Fehlergrenzen zu erreichen, empfiehlt es sich jedoch, eine Einlaufzeit von etwa einer halben Stunde abzuwarten.

3.5. Eichen I, Frequenzablage

Hierzu sind folgende Einstellungen auszuführen:

a) Frequenzbereichschalter (links unten) auf „Eichen I" schalten.
b) Bereichschalter für Frequenzablage auf 100-kHz-Bereich stellen.
c) AM-FM-Schalter (zwischen den Instrumenten) in Stellung „FM Kontrolle" bringen.
d) Die Frequenzskala im Bereich bei 10,7 MHz so einstellen, daß der

Zeiger des linksseitigen Instrumentes auf 0 kHz Frequenzablage zu stehen kommt, und dann an der Frequenzskala die Frequenz genau ablesen. Richtig abgestimmt ist dann, wenn der Instrumentzeiger bei einer Veränderung der Abstimmung von seiner Mittellage aus nach links oder nach rechts ausschlägt. Wenn dabei die Frequenzskala für die Frequenzablageanzeige „0 kHz" nicht genau auf 10,7 MHz, das heißt auf die Zwischenfrequenz des FMV eingestellt werden mußte, so ist dies ohne Bedeutung, da die Langzeitkonstanz des Oszillators im FMV nicht sehr hoch ist und bei dieser Eichung ja nur die relative Frequenzablage überprüft werden muß.

e) Erhöht man nun die Einstellung der Frequenzskala um genau 0,1 MHz, so muß sich der Instrumentzeiger auf 100 kHz Frequenzablage einstellen. Dasselbe gilt, wenn die Frequenzeinstellung um 0,1 MHz erniedrigt wird. Falls dieser relativen Frequenzänderung um 0,1 MHz nicht ein Zeigerausschlag von 100 kHz entspricht, so muß dies durch entsprechende Einstellung des Reglers „Eichen I" (über dem Instrument links) erzwungen werden.

3.6. Eichen II, Frequenzhub

Diese Eichung, der „Eichen I" vorausgegangen sein muß, ist folgendermaßen auszuführen:

a) AM-FM-Schalter auf „Eichen II" (40 kHz) stellen. Hiermit ist das eingebaute Hubnormal in Betrieb gesetzt, das auf 10,7 MHz bei 50 Hz Modulationsfrequenz einen Rechteckhub liefert, der einem sinusförmigen Hub von 40 kHz entspricht.

b) Bereichschalter unter dem rechten Instrument auf den Hubbereich „60 kHz" stellen und den Regler „Eichen II" (über dem rechten Instrument links) so einstellen, daß das rechte Instrument 40 kHz anzeigt. Die Schalter für Frequenzbereich, „Frequenzablage" und „Nachentzerrung" können dabei beliebig eingestellt sein.

Eine Absolutkontrolle der Hubanzeige mit Hilfe der Nullstellenmethode ist im nächsten Abschnitt beschrieben.

3.7. Prüfung der Frequenzhubeichung mit Hilfe der Nullstellenmethode

Bei der Absolutkontrolle des Frequenzhubes nach der Nullstellenmethode geht man von der Tatsache aus, daß die Amplitude des Trägers bei bestimmten Modulationsindizes verschwindet, d.h. gleich Null wird. Der Modulationsindex ist definiert durch das Verhältnis von Frequenzhub zu Modulationsfrequenz. An Hand von Besselschen Funktionen läßt sich bei den verschiedenen Nullstellen der zugehörige Modulationsindex berechnen. Diese Berechnung ergibt bei einer konstanten Modulationsfrequenz z.B. von 5 kHz und steigendem Frequenzhub folgende Nullstellen:

1. Nullstelle des Trägers bei 12,02 kHz Hub
2. Nullstelle des Trägers bei 27,60 kHz Hub
3. Nullstelle des Trägers bei 43,27 kHz Hub
4. Nullstelle des Trägers bei 58,90 kHz Hub
5. Nullstelle des Trägers bei 74,70 kHz Hub
6. Nullstelle des Trägers bei 90,40 kHz Hub

Zur Messung eignet sich ein Empfänger, der den Träger sehr selektiv zu empfangen gestattet. Die Bandbreite des Empfängers soll bei 5 kHz Modulationsfrequenz etwa 1 kHz betragen (ZF-Quarzfilter). Sehr zweckmäßig ist es dabei, wenn der Empfänger mit einem Überlagerer für tonlose Telegrafie ausgestattet ist, damit die Senderfrequenz leichter verfolgt werden kann, falls sie sich während des Messens durch die Modulation oder durch andere Einflüsse etwas ändert. Erhöht man nun (bei konstant gehaltener Modulationsfrequenz 5 kHz) den Hub des Senders langsam bei Null beginnend, so erhält man die erste Nullstelle des Trägers bei 12,02 kHz Hub. Bei weiterer Vergrößerung des Frequenz-

hubes kommt der Träger dann wieder und verschwindet zum zweiten Male bei 27,6 kHz Hub. Nach dieser Methode kann man die Hubeichung des FMV an mehreren Punkten mit der Genauigkeit der Modulationsfrequenz überprüfen.

4. MESSEN

Bei allen Messungen beachte man, daß dem Eingang des FMV keine höhere Spannung zugeführt wird als 2,5 V. Anderenfalls besteht die Gefahr, daß der Eingangsregler (R55) zerstört wird.

4.1. Frequenzeinstellung

Wegen des breitbandigen Eingangs kann jede Frequenz im Abstand (21,4 MHz) der doppelten Zwischenfrequenz zweimal empfangen werden. Falls die Frequenz des Senders nicht näher bekannt ist, muß man beachten, daß beim Abstimmen in den Frequenzbereichen von 20...185 MHz auf die höhere der beiden möglichen Einstellungen abgestimmt wird, im Bereich 185...300 MHz auf die tiefere der beiden möglichen Einstellungen. Hält man sich an diese Regel, dann wird die Frequenzablage des Senders vom FMV mit dem richtigen Vorzeichen angezeigt.

Die genaue Abstimmung auf die Senderfrequenz geschieht unter Beobachtung des Frequenzablage-Instrumentes. Beim Durchdrehen der Frequenzskala schlägt der Instrumentzeiger zunächst nach einer Seite aus, kehrt dann um, wandert durch Null nach der anderen Seite hin und kehrt schließlich wieder in die Nullpunktlage zurück. Die richtige Abstimmung liegt beim Nulldurchgang des Zeigers. Eine negative Ablage der Senderfrequenz wird vom FMV-Instrument durch einen Ausschlag nach rechts, eine positive Ablage durch einen Ausschlag nach links angezeigt.

4.2. Messung der relativen Frequenzablage

Kleine relative Änderungen der Trägerfrequenz eines Senders, wie sie zum Beispiel infolge der Modulation, der Netzspannungsänderung oder durch Kopplungsänderungen auftreten können, kann man mit dem FMV auf einfache Weise unmittelbar messen. So wird beispielsweise bei einer Trägerfrequenz von 200 MHz eine Frequenzänderung in der Größenordnung von ±0,001 % (= ±2 kHz Frequenzablage) noch unmittelbar angezeigt. Verständlicherweise kann man dabei nur Kurzzeitmessungen ausführen, weil die Langzeitkonstanz des Überlagereroszillators im FMV nicht sehr hoch ist.

Erst wird die Frequenzskala des FMV auf die (z.B. noch unmodulierte oder bei Netznennspannung bestehende) Senderfrequenz nach 4.1. genau eingestellt. Dabei möglichst den Bereich für 30 kHz Frequenzablage wählen. Dann bringt man den „AM-FM-Schalter" in die Stellung „FM Kontrolle" und stellt den Eingangsspannungsregler (links Mitte) so ein, daß der Zeiger des rechtsseitigen Instrumentes innerhalb der langen grünen Prüfmarke steht. Falls dies nicht möglich ist, dann Senderspannung erhöhen bzw. erniedrigen. Nun wird je nach Meßaufgabe z.B. der Sender moduliert oder seine Netzspannung variiert, am FMV der Frequenzablage - Schalter auf einen geeigneten Bereich (0...30 oder 0...100 kHz) gebracht und am linksseitigen Instrument die Frequenzänderung abgelesen.

4.3. Messung des Frequenzhubes

Zunächst wird auf die Senderfrequenz nach 4.1. abgestimmt. Dabei möglichst den Bereich für 30 kHz Frequenzablage wählen und genau auf 0 kHz abstimmen; denn es muß (besonders bei großem Frequenzhub) gewährleistet sein, daß der mittlere gerade Teil der Diskriminatorkennlinie symmetrisch ausgesteuert wird. Der „AM-FM-Schalter" wird auf „FM Kontrolle" gebracht und der Eingangsspannungsregler (links Mitte) so eingestellt, daß der Zeiger des rechtsseitigen Instrumentes inner-

halb der langen grünen Prüfmarke steht. Nun wird der „AM-FM-Schalter" auf „FM Messen" umgeschaltet, der Schalter der „Nachentzerrung" auf „abgeschaltet" gestellt, mit dem Schalter „Frequenzhub/Modulationsgrad" ein geeigneter Hubbereich (0...10/30/60/150 kHz) gewählt und der Frequenzhub am rechtsseitigen Instrument abgelesen. Durch eine gleichzeitig vorhandene Amplitudenmodulation bis zu 30 % wird die Frequenzhubanzeige noch nicht beeinflußt.

Durch die hohe Empfindlichkeit der Hubanzeige kann eine Störfrequenzmodulation bis etwa 200 Hz herab noch unmittelbar festgestellt werden. Noch kleinere Störhübe lassen sich mit Hilfe eines am „Meßausgang" angeschlossenen Mikrovoltmeters, z.B. mit unserem Mikrovoltmeter Type UVM (BN 12011), messen. Die Messung erfolgt in zweit Schritten: Erst wird der Sender so moduliert, daß der FMV einen größeren Hub anzeigt (z.B. 60 kHz) und dabei die diesem Hub entsprechende Spannung (z.B. 1,5 V) am UVM abgelesen. Hiermit erhält man ein Maß für die Spannung je Hz Frequenzhub. Hierauf nimmt man vom Sender die Modulation weg und liest am UVM die der Störmodulation entsprechende Spannung ab. Aus dem Spannungsverhältnis erhält man sodann unmittelbar den Störhub in Hz. Auf diese Weise kann man noch Frequenzhübe von weniger als 50 Hz (bis zur Grenze der Eigenstörspannung des FMV) ermitteln.

4.4. Messung des Phasenhubes

Der Phasenhub $\Delta\varphi$ eines Senders läßt sich mit dem FMV ebenfalls messen. Er wird vom FMV zwar nicht unmittelbar angezeigt wie der Frequenzhub Δf, man kann ihn jedoch für die jeweils gegebene bzw. angewandte Modulationsfrequenz f_m ermitteln:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta f}{f_m}$$

Wie bei der Frequenzhubmessung ist auch bei der Phasenhubmessung der kleinste ohne zusätzliche Hilfsmittel bestimmbare Phasenhub durch

den kleinsten Hubmeßbereich (10 kHz) gegeben. Eine Erweiterung des Meßbereichs nach noch kleineren Werten hin ist jedoch möglich, wenn die Ausgangsspannung des FMV mit einem äußeren Voltmeter gemessen wird, wie im Abschnitt 4.3. für die Messung einer Störmodulation empfohlen.

4.5. Messung des Frequenzganges der Modulation

Da die Frequenzhubanzeige der Niederfrequenzspannung proportional ist, kann man gleichzeitig mit der Hubmessung Frequenzgangmessungen ausführen. Ebenso kann man die Vorverzerrung in einem Sender mit der im FMV einschaltbaren genormten Nachentzerrung (50 µs) vergleichen. Die Nachentzerrung im FMV läßt sich so umschalten, daß sie entweder am Instrument oder am Meßausgang oder am Instrument und am Meßausgang wirksam ist. Sie kann auch ganz abgeschaltet werden. Durch diese Umschaltbarkeit der Nachentzerrung sind mit dem FMV zahlreiche verschiedene Messungen möglich. Bezüglich der Einstellung am FMV gilt das in obigen Abschnitten Gesagte.

4.6. Messung des Modulationsgrades

Für eine Modulationsgradmessung wird zunächst nach 4.1. auf die Frequenz des angeschlossenen Senders abgestimmt, der Schalter „Nachentzerrung" in die Stellung „abgeschaltet" gebracht, der „AM-FM-Schalter" auf „AM Kontrolle" gestellt und der Eingangsspannungsregler so eingestellt, daß der Zeiger des rechten Instrumentes auf dem blauen Eichstrich „AM" steht. Nötigenfalls ist die Ausgangsspannung des zu messenden Senders entsprechend herabzusetzen oder zu erhöhen, um die genannte Einstellung zu ermöglichen. Hierauf wird auf „AM Messen" umgeschaltet, ein geeigneter Modulationsgradmeßbereich (0 bis 10/30/60 %) gewählt und der Modulationsgrad am rechten Instrument abgelesen. Dabei ist zu bedenken, daß die angegebenen Fehlergrenzen nur für die Modulationsgrade bis 30 % gelten. Bei der Messung

des synchronen Modulationsgrades eines FM-Senders muß man besonders darauf achten, daß auf 0 kHz Frequenzablage abgestimmt wird, da sonst ein größerer Modulationsgrad vorgetäuscht wird.

4.7. Klirrfaktormessung (nur bei FM)

Hierbei sind am FMV die Einstellungen vorzunehmen wie für eine Frequenzhubmessung nach 4.3. Dabei muß man, besonders bei großem Frequenzhub, möglichst genau auf 0 kHz Frequenzablage abstimmen. Der Schalter „Nachentzerrung" wird je nach Meßaufgabe eingestellt. Die Messung geschieht mit Hilfe eines am „Meßausgang" angeschlossenen Klirrfaktormessers nach Abschluß des Meßausganges mit 600 Ω. Als Klirrfaktormesser empfehlen wir unseren Klirrfaktormesser Type FTZ (BN 4816) für die vier Meßfrequenzen 40, 1000, 5000 und 15 000 Hz.

4.8. Messung des Fremdspannungs- oder Geräuschabstandes

Auch hierbei ist der FMV so einzustellen, wie für die Frequenzhubmessung unter 4.3. beschrieben. Wenn der Sender mit Vorverzerrung arbeitet, ist am FMV die Nachentzerrung einzuschalten. Gemessen wird der Spannungspegel am „Meßausgang" erst bei normal (z.B. mit 75 kHz Hub) moduliertem und dann bei unmoduliertem Sender. Der Meßausgang ist hierbei mit 600 Ω abzuschließen. Der Fremdspannungsabstand kann nun als Spannungsverhältnis oder, was gebräuchlicher ist, in Pegelwerten (db) angegeben werden.

Unsere, zu diesem Zweck verwendbaren Meßgeräte sind: Geräuschspannungsmesser Type UPGR BN 12038 (umschaltbar für Effektiv- und Spitzenwertanzeige mit und ohne Geräuschbewertung nach CCIR) oder Type UPGF BN 12036 (für die Messung von Sprechkanälen mit Effektivwertanzeige, mit und ohne Bewertung nach CCIR) oder Millivoltmeter Type UVN BN 12001 (nur für unbewertete Fremdspannungsmessung). Die unter „1. Eigenschaften" angegebenen Werte für den Eigen-Störab-

stand des Hubmessers sind Effektivwerte (ohne Bewertung gemessen). Bei Spitzenspannungsanzeige ergeben sich niedrigere Werte; im Frequenzbereich unter 225 MHz: etwa 70 db bezogen auf 75 kHz Hub; im Frequenzbereich über 225 MHz: etwa 65 db bezogen auf 75 kHz Hub.

4.9. Messungen über 300 MHz

Mit dem FMV kann man sowohl Frequenz- wie Modulationsgradmessungen bei über dem Nennfrequenzbereich des Gerätes liegenden Frequenzen ausführen. Es wird dabei die 2. Harmonische des Oszillators mit der Eingangsfrequenz gemischt und so die Zwischenfrequenz (10,7 MHz) erzeugt. Die Empfindlichkeit des FMV ist hierbei allerdings geringer; bei 600 MHz ist etwa die 10fache Eingangsspannung erforderlich, um bei ganz aufgedrehtem Eingangsspannungsregler einen für die Eichung notwendigen Zeigerausschlag zu erhalten. Hierbei ist jedoch besonders darauf zu achten, daß die maximal zulässige Eingangsspannung von 2,5 V nicht überschritten wird.

5. WIRKUNGSWEISE UND AUFBAU

5.1. Wirkungsweise (siehe Stromlauf)

Die Hochfrequenzspannung des zu messenden Senders gelangt vom VHF-Eingang über den Hochpaß C1-C2-L1-C3 und über den Eingangsregler R55 ohne weitere Selektionsmittel an den Eingang der Mischstufe Rö1. Durch den Hochpaß werden alle unter 20 MHz liegenden Eingangsfrequenzen stark unterdrückt und somit insbesondere die im Bereich der Zwischenfrequenzbandbreite (10,7 MHz ±150 kHz) liegenden Frequenzen vom Eingang der Mischstufe ferngehalten.

Die Überlagerungsspannung wird in dem getrennten Oszillator Rö2 erzeugt und an die Katode der Mischröhre geführt. Die Oszillatorfrequenz liegt in den Frequenzbereichen von 20...185 MHz über der Eingangs-

frequenz, im Bereich 185...300 MHz unter der Eingangsfrequenz.

Wegen des breitbandigen Eingangs kommt die Spiegelfrequenz (im Abstand 2 x 10,7 MHz) mit gleicher Stärke durch. Die richtige Frequenz des Eingangssignals ergibt sich demnach dadurch, daß man in den Bereichen von 20 bis 185 MHz das höhere der beiden (in 21,4 MHz Abstand befindlichen) Signale sucht und im Bereich 185...300 MHz das tiefere der beiden Signale.

Außer den fünf Frequenzbereichen von 20...300 MHz (mit den Spulen L3...L7) hat der Oszillator noch einen im Bereich der Zwischenfrequenz (10,4...11,0 MHz) arbeitenden Frequenzbereich mit dem Schwingkreis L2-C16 zur Eichung des Instrumentes I1 zur Anzeige der Frequenzablage (±100 kHz).

Nach der Mischstufe folgen die zwei ZF-Verstärkerstufen Rö3-Rö4 und die zwei Begrenzerstufen Rö5-Rö6. Die Zeitkonstante des Begrenzers ist so klein, daß auch eine störende Amplitudenmodulation mit hoher Frequenz (z.B. Impulse) einwandfrei beseitigt wird. Der Gitterstrom des Begrenzers Rö5 wird in der Schaltstellung „FM Kontrolle" zur Prüfung der Eingangsamplitude vom Instrument I2 angezeigt.

Nach dem zweiten Begrenzer folgt der mit den zwei Kristalldioden Gl 2-Gl 3 arbeitende Breitband-Diskriminator, der ebenso für kleinste Verzerrungen dimensioniert ist wie der ganze ZF-Teil. Die am Diskriminator auftretende Gleichspannung dient zur Anzeige der Frequenzablage durch das Instrument I1. Der nachfolgende Katodenverstärker Rö7 wirkt als Impedanzwandler und liefert die Niederfrequenzspannung an den für die vier Hubmeßbereiche mittels S4F umschaltbaren Teiler R60...R63.

Zur Messung des Amplituden-Modulationsgrades wird die ZF-Spannung nach der ersten ZF-Röhre Rö3 durch Gl 1 gleichgerichtet und die Niederfrequenzspannung über Kabel K6, Schalter S2IR und K7 auf den mit

S4F umschaltbaren Teiler gegeben. Die nach Gl1 auftretende Gleichspannung, die ein Maß für die Amplitude der Hochfrequenzspannung ist, wird in der Schaltstellung „AM Kontrolle" vom Instrument I2 angezeigt, und mit dem Eingangsspannungsregler R55 wird die Hochfrequenzamplitude auf den für AM-Messung vorgeschriebenen Betrag eingestellt.

Zur Verstärkung der Modulationsspannung bei FM und AM für den „Meßausgang" dienen die zwei gegengekoppelten Stufen Rö9-Rö10 und der Katodenverstärker Rö11 mit Ausgangsübertrager Tr1. Für die Anzeige des Frequenzhubes und des Modulationsgrades wird die Niederfrequenzspannung nach der Stufe Rö10 dem Katodenverstärker Rö12 zugeführt, von Gl5 gleichgerichtet und durch I2 angezeigt.

Mit dem Schalter S2 kann in der Stellung „Eichen II (40 kHz)" der auf der Zwischenfrequenz arbeitende Normalhubgenerator Rö8 in Betrieb gesetzt werden. Durch den 50-Hz-Strom, der im Hubnormal durch die Diode Gl4 fließt, wird diese so stark durchgesteuert, daß sie bei jeder Periode als Schalter wirkt, der dem Schwingkreis die Kapazität C65 im Rhythmus der Netzfrequenz parallelschaltet und so einen rechteckförmigen Frequenzhub erzeugt, der einem Spitzenhub von 40 kHz bei sinusförmiger Modulationsspannung entspricht. Da hierbei der Frequenzsprung nur durch das Kapazitätsverhältnis bestimmt wird, ist die Konstanz des Hubes auch bei starken Netzspannungsschwankungen sehr gut (±1 %).

Der Netzteil ist primärseitig für die Netzwechselspannungen 115 V, 125 V, 220 V und 235 V eingerichtet. Die Anodenspannung ist für alle Stufen des Gerätes durch die Röhren Rö13-Rö14-Rö15 stabilisiert. Von diesen Röhren ist Rö13 die vom Anodenstrom durchflossene Regelröhre, Rö14 ist die Steuerröhre von Rö13, und Rö15 ist der Glimmstabilisator zur Aufrechterhaltung einer konstanten Bezugsgittervorspannung für Rö14. Die Heizung der brummempfindlichen Stufen (Rö1-Rö2-Rö7-Rö9-

Rö10) erfolgt mit Gleichstrom aus dem Gleichrichter Gl 6 mit Siebglied R90-C88.

5.2. Aufbau

Mischstufe und Oszillator sind in einem Abschirmgehäuse zusammengebaut. Auch die beiden Röhren Rö1-Rö2 sind im Gehäuse, das durch eine Platte mit zehn Schrauben hochfrequenzdicht abgeschlossen ist, untergebracht. Zwischen dem Skalenantrieb und der Achse des Oszillatordrehkondensators befindet sich eine spielfreie Kupplung. Die Spulentrommel des Oszillators wird vom Bereichschalterknopf aus über Zahnräder gedreht. Der ZF-Teil mit den Stufen Rö3-Rö4-Rö5-Rö6-Rö7 ist an der Rückseite angeordnet. Die Verbindung mit dem Ausgang (L8) der Eingangsstufe erfolgt über das Steckerkabel K2. Alle anderen Verbindungen zum ZF-Teil sind über zwei Steckerleisten hergestellt. So kann der ZF-Teil im Fall einer Reparatur auf einfache Weise aus dem Gerät genommen werden.

Das Hubnormal mit Rö8 ist auf dem ZF-Teil (wie eine Röhre mit Stahlröhrensockel) eingesetzt. Der Netzteil mit Tr2-Rö13-Rö14-Rö15 ist rechts eingebaut. Die Netzsicherung Si1 mit Spannungswähler S7 und die Anodensicherung Si2 befinden sich über dem Netztransformator Tr2. Den restlichen Platz auf dem Zwischenboden nimmt der Niederfrequenzteil mit Rö9-Rö10-Rö11-Tr1 ein.

Sämtliche zu bedienenden Teile und die beiden Instrumente befinden sich an der Frontplatte: Links oben die koaxiale Eingangsbuchse Dezifix B, darunter der Regler R55 und links unten der Frequenzbereichschalterknopf für die fünf Bereiche 20...300 MHz und für eine weitere Schaltstellung „Eichen I" (Bereich 10,4...11,0 MHz) zur Nacheichung des rechten Instruments I1 zur Anzeige der Frequenzablage (0...±100 kHz). Die Frequenzbereichskala hat außer dem Grobtriebknopf (Mitte) einen 1 : 100 übersetzten Feintriebknopf mit einem 100teiligen Skalenring.

Von den beiden Zeigerinstrumenten gehört das linksseitige (I1) zur Anzeige der Frequenzablage, das rechtsseitige (I2) zur Anzeige der Eingangsspannung, des Frequenzhubes bei FM und des Modulationsgrades bei AM. Jeweils unter den Instrumenten befinden sich die zugehörigen Bereichschalter: Unter dem linken Instrument der Schalter S3 für 0...±30/±100 kHz Frequenzablage, unter dem rechten Instrument der Schalter S4F für 0...10/30/60/150 kHz Frequenzhub und für 0...10/30 % Modulationsgrad. Die Skalen des rechtsseitigen Instrumentes gelten für kHz und %. Über den Instrumenten befinden sich die zugehörigen Regler R105 und R86 zur Nacheichung der Frequenzablage- und der Frequenzhubanzeige. Zwischen den Instrumenten ist der Schalter S2 eingebaut mit den fünf Schaltstellungen „AM Kontrolle", „AM Messen", „FM Kontrolle", „FM Messen" und „Eichen II". Darunter ist der Schalter S5 für die Nachentzerrung (50 µs) eingebaut. In der ersten Stellung ist die Nachentzerrung „abgeschaltet". In den anderen Stellungen ist sie wahlweise „am Instrument", „am Meßausgang" oder „am Instrument und Meßausgang" wirksam. Für den Meßausgang sind unten rechts drei Telefonbuchsen vorgesehen. Davon sind die linksseitige und mittlere erdfrei mit dem Ausgangsübertrager Tr1, die rechtsseitige mit Masse verbunden.

Ganz rechts befinden sich der Netzschalter S6I (kombiniert mit dem Kurzschlußschalter S6II für I2) und die an der Primärwicklung von Tr2 liegende Zwergglimmlampe Rl 1 zur Überwachung des Einschaltzustandes. Die beiden Griffe am linken und rechten Rand erleichtern das Herausziehen des Gerätes aus dem Gehäuse. Die vier Zylinderkopfschrauben am linken und rechten Rand der Frontplatte befestigen diese mit dem Gehäuse. Das Gehäuse ist aus Stahlblech. Es hat links und rechts einen eingelassenen Traggriff und ist zum Schutz der Frontplatte (beim Transport) mit einem abnehmbaren Stahlblechdeckel versehen. Das Gerät kann auch in ein Normgestell (520) DIN 41491 eingebaut werden.

6. RÖHRENWECHSEL

Nach dem Herausziehen des Gerätes aus dem Gehäuse sind die Röhren Rö3 bis Rö15 ohne weiteres zugänglich und können ohne Einfluß auf die Funktion und Genauigkeit des Gerätes durch neue Röhren gleicher Type ersetzt werden. Die beiden Röhren Rö1 (EF 800) und Rö2 (EC 81) der Mischstufe und des Oszillators befinden sich in dem mit einer Platte und zehn Schrauben verschlossenen Abschirmgehäuse hinter der Frequenzskala. Die Mischröhre Rö1 ist ohne weiteres auswechselbar. Durch das Auswechseln der Oszillatorröhre können sich die Fehlergrenzen der Frequenz um etwa 2 % erweitern. Man kann jedoch die ursprünglichen Fehlergrenzen (± 1 %) wieder erreichen, wenn eine geeignete Röhre, die die Eigenschaften der Erstbestückung aufweist, ausgesucht wird. Zur Prüfung der Frequenzeichung empfehlen wir unseren VHF-UHF-Frequenzmesser Type WID (BN 442).

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C1	Kf-Kondensator	200 pF/500 V	CKD 2/200/500
C2	Kf-Kondensator	500 pF/125 V	CKD 2/500/125
C3	Kf-Kondensator	200 pF/500 V	CKD 2/200/500
C4	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C5	Glimmer-Kondensator	etwa 80 pF	enth. in 4620-1.6
C6	Glimmer-Kondensator	etwa 4 pF	enth. in 4620-1.1
C7	Drehkondensator		4620-1.1
C8	Glimmer-Kondensator	etwa 12 pF	enth. in 4620-1.1
C9	Glimmer-Kondensator	etwa 4 pF	enth. in 4620-1.1
C10	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C11	Keramik-Kondensator	74 pF	CCH 31/47 CCH 31/27 parallel
C12	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C13	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C14	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C15	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C16	Keramik-Kondensator	138 pF	CCH 31/82 CCH 31/56 parallel
C17	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C18	Keramik-Kondensator	56 pF	CCH 31/56
C19	Keramik-Kondensator	1 pF	CCG 21/1
C20	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C21	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C22	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C23	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C24	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C26	Keramik-Kondensator	22 pF	CCH 31/22
C27	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C28	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C29	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8125
C30	Keramik-Kondensator	22 pF	CCG 68/22
C31	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C32	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C35	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8125
C36	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8125
C37	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C38	Keramik-Kondensator	47 pF	CCH 31/47
C39	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8125
C40	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C41	Keramik-Kondensator	68 pF	CCH 31/68
C42	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8125
C43	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 68/100
C44	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 68/100
C45	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C49	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C50	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C51	Ker. Df-Kondensator	100 pF	CFR 2/100
C52	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C53	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C54	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C55	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C56	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C57	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C58	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C59	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C60	Ker. Df-Kondensator	100 pF	CFR 2/100
C61	Ker. Df-Kondensator	100 pF	CFR 2/100

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C62	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C63	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C65	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8125
C66	Keramik-Kondensator	68 pF	CCH 31/68
C67	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8125
C68	Keramik-Kondensator	22 pF	CCH 31/22
C69	Keramik-Kondensator	150 pF	CCH 68/150
C70	Keramik-Kondensator	150 pF	CCH 68/150
C72	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C73	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 68/100
C74	MP-Kondensator	0,5 µF/250 V	CMR 0,5/250/2
C75	Kf-Kondensator Papier-Kondensator	500 pF/500 V 2500 pF/1000 V	CKS 500/500 CPK 2500/1000 parallel
C76	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C77	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C78	Kf-Kondensator Papier-Kondensator	25 000 pF/250 V 100 000 pF/250 V	CKS 25 000/250 CPK 100 000/250 parallel
C79	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C80	Kf-Kondensator	500 pF/500 V	CKS 500/500
C81	MP-Kondensator	0,25 µF/500 V	CMR 0,25/500
C82	Kf-Kondensator	500 pF/500 V	CKS 500/500
C83	MP-Kondensator	2 µF/160 V	CMR 2/160/2
C84	Kf-Kondensator	2500 pF/250 V	CKS 2500/250
C87	Elektrolyt-Kondensator	1000 µF/35 V	CEG 21/1000/35
C88	Elektrolyt-Kondensator	1000 µF/35 V	CEG 21/1000/35
C89 C90	MP-Kondensator	8 µF/500 V 8 µF/500 V	CMR 8 + 8/500
C91	Keramik-Kondensator	270 pF	CCH 68/270
C92	MP-Kondensator	8 µF/250 V	CMR 8/250
Gl 1	Kristall-Diode		GK 2551

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Gl 2	Kristall-Diode		GK 2551
Gl 3	Kristall-Diode		GK 2551
Gl 4	Kristall-Diode		GK 2551
Gl 5	Kristall-Diode		GK 2551
Gl 6	Netzgleichrichter	30 V/1000 mA	GNB 11/30/1000 B
Gl 7	Netzgleichrichter	360 V/200 mA	GNB 19/360/200 M
I 1	Drehspul-Strommesser	±10 µA	IS 223/2 x 10 µA
I 2	Drehspul-Strommesser	20 µA	IS 222/20 µA
K1	Hochfr.-Kabel		LKK 61 900
K2	Hochfr.-Kabel		4620-20
K3	Hochfr.-Kabel		LK 156/2
K4	Hochfr.-Kabel		LKK 61 900
K5	Hochfr.-Kabel		LKK 61 900
K6	Hochfr.-Kabel		LKK 61 900
K7	Hochfr.-Kabel		LKK 61 900
K8	Hochfr.-Kabel		LKK 61 900
K9	Hochfr.-Kabel		LKK 61 900
K10	Hochfr.-Kabel		LKK 92 220
K11	Hochfr.-Kabel		LKK 61 900
K12	Hochfr.-Kabel		LFA 03 022
K13	Hochfr.-Kabel		LFA 03 022
K14	Hochfr.-Kabel		LFA 03 022
K15	Anschlußkabel		LK 333
K16	Hochfr.-Kabel		LKK 61 900
K17	Hochfr.-Kabel		LKK 92 220
L1	Filterspule		4620-9.3
L2	Schwingspule		4620-1.4.1

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
L3	Schwingspule		4620-1.4.2
L4	Schwingspule		4620-1.4.3
L5	Schwingspule		4620-1.4.4
L6	Schwingspule		4620-1.4.5
L7	Schwingspule		4620-1.4.6
L8	Filterspule		4620-1.6.5
L9	Cu-Schaltdraht		LD 204 auf R8 gewickelt
L10	Koppelspule		4620-2.2.1
L11	Filterspule		4620-2.2.5
L12	Filterspule		4620-2.3.1
L13	Filterspule		1508-2.68.1
L14	Filterspule		1508-2.68.1
L15	Filterspule		1508-2.68.1
L16	Diskriminatorspule		1508-2.70.12
L17	Diskriminatorspule		1508-2.70.13
L18	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L19	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L20	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L21	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L22	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L23	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L24	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L25	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L26	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L27	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L28	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L29	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L31	Schwingspule		4620-2.9.11
L32	Hochfr.-Drossel		DUF 311/20
L33	Drossel		DB 75/2

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R2	Schichtwiderstand	250Ω/0,25 W	WF 250/0,25
R3	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,25 W	WF 30 k/0,25
R4	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,25 W	WF 5 k/0,25
R5	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R6	Schichtwiderstand	5 kΩ/2 W	WF 5 k/2
R7	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,1 W	WF 30 k/0,1
R8	Schichtwiderstand	30Ω /0,05 W	WF 30/0,05
R9	Schichtwiderstand	60 Ω/0,05 W	WF 60/0,05
R10	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,25 W	WF 5 k/0,25
R11	Schichtwiderstand	30 Ω/0,25 W	WF 30/0,25
R12	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R13	Schichtwiderstand	4 kΩ/0,25 W	WF 4 k/0,25
R14	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R15	Schichtwiderstand	4 kΩ/0,25 W	WF 4 k/0,25
R16	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,25 W	WF 20 k/ 0,25
R17	Schichtwiderstand	30 Ω/0,25 W	WF 30/0,25
R18	Schichtwiderstand	200Ω /0,25 W	WF 200/0,25
R19	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,25 W	WF 10 k/0,25
R20	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R21	Schichtwiderstand	2 kΩ/0,25 W	WF 2 k/0,25
R22	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R23	Schichtwiderstand	80 kΩ/0,25 W	WF 80 k/0,25
R24	Schichtwiderstand	250 kΩ/0,25 W	WF 250 k/0,25
R25	Schichtwiderstand	30 Ω/0,25 W	WF 30/0,25
R26	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5
R27	Schichtwiderstand	2 kΩ/0,25 W	WF 2 k/0,25
R28	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R29	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,25 W	WF 20 k/0,25
R30	Schichtwiderstand	200 Ω/0,25 W	WF 200/0,25
R32	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R33	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,25 W	WF 5 k/0,25
R34	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R35	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,25 W	WF 5 k/0,25
R36	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,1 W	WF 30 k/0,1
R37	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,1 W	WF 30 k/0,1
R38	Schicht-Drehwiderst. Schichtwiderstand	10 kΩ lin. 40 kΩ/0,5 W	WS 9122 F/10 k WF 40 k/0,5 in Serie
R39	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,25 W	WF 500 k/0,25
R40	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R41	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,25 W	WF 10 k/0,25
R45	Schichtwiderstand	800 kΩ/0,5 W	WFO 800 k/0,5
R46	Schichtwiderstand	600 Ω/0,25 W	WF 600/0,25
R47	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,25 W	WF 20 k/0,25
R48	Schichtwiderstand	125 kΩ/0,25 W	WF 125 k/0,25
R49	Schichtwiderstand	250 kΩ/0,25 W	WF 250 k/0,25
R50	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R53	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,25 W	WF 5 k/0,25
R54	Schichtwiderstand	3 kΩ/0,25 W	WF 3 k/0,25
R55	Schicht-Drehwiderst.	60 Ω	WSH 12/60
R56	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R57	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,25 W	WF 20 k/0,25
R58	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,25 W	WF 10 k/0,25
R60	Schichtwiderstand	50 kΩ±0,5 %/0,25 W	WF 50 k/0,5/0,25
R61	Schichtwiderstand	12,5 kΩ±0,5 %/0,25 W	WF 12,5 k/0,5/0,25
R62	Schichtwiderstand	7,5 kΩ±0,5 %/0,25 W	WF 7,5 k/0,5/0,25
R63	Schichtwiderstand	5 kΩ±0,5 %/0,25 W	WF 5 k/0,5/0,25
R64	Schichtwiderstand	16 MΩ /0,5 W	WF 16 M/0,5
R65	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R66	Schichtwiderstand	1,6 kΩ/0,25 W	WF 1,6 k/0,25
R67	Schichtwiderstand	125 kΩ/0,25 W	WF 125 k/0,25

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R68	Schichtwiderstand	1,6 MΩ/0,5 W	WF 1,6 M/0,5
R69	Schichtwiderstand	200 kΩ/0,5 W	WF 200 k/0,5
R70	Schichtwiderstand	600 kΩ/0,25 W	WF 600 k/0,25
R71	Schichtwiderstand	1,25 kΩ/0,25 W	WF 1,25 k/0,25
R72	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5
R73	Schichtwiderstand	250 kΩ/0,25 W	WF 250 k/0,25
R74	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R75	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R76	Schichtwiderstand	2 kΩ/0,25 W	WF 2 k/0,25
R80	Schichtwiderstand	1 MΩ /0,25 W	WF 1 M/0,25
R81	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R82	Schichtwiderstand	400 Ω/0,5 W	WF 400/0,5
R83	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5
R84	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R85	Schichtwiderstand	800 kΩ/0,25 W 600 kΩ/0,25 W	WF 800 k/0,25 WF 600 k/0,25 parallel
R86	Schicht-Drehwiderst.	100 kΩ lin.	WS 9126/100 k
R90	Abgreifb. Drahtwid.	10 Ω/6 W	WV 6/10
R91	Schichtwiderstand	5 Ω/0,5 W	WF 5/0,5
R92	Schicht-Drehwiderst.	5 kΩ lin.	WS 9122 F/5 k
R93	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,5 W	WF 30 k/0,5
R94	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,5 W	WF 500 k/0,5
R95	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5
R96	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,5 W	WF 20 k/0,5
R97	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5
R98	Schichtwiderstand	4 kΩ/0,5 W	WF 4 k/0,5
R99	Schichtwiderstand	16 kΩ/1 W	WF 16 k/1
R100	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,5 W	WF 1 M/0,5
R101	Schichtwiderstand	200 kΩ/0,5 W	WF 200 k/0,5
R102	Schichtwiderstand	50 Ω/0,5 W	WF 50/0,5

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R103	Drahtwiderstand	5 kΩ/4 W	WDG 5 k/4
R104	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,25 W	WF 10 k/0,25
R105	Schicht-Drehwiderst.	25 kΩ lin.	WS 9126/25 k
R106	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,5 W	WF 50 k/0,5
R107	Schichtwiderstand	16 kΩ/1 W	WF 16 k/1
Rl 1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210
Rö1	Pentode		EF 800
Rö2	Triode		EC 81
Rö3	Pentode		EF 800
Rö4	Pentode		EF 800
Rö5	Pentode		EF 800
Rö6	Pentode		EF 800
Rö7	Pentode		EF 804 S
Rö8	Pentode		EF 800
Rö9	Pentode		EF 804 S
Rö10	Pentode		EF 804 S
Rö11	Pentode		EF 800
Rö12	Pentode		EF 800
Rö13	End-Pentode		PL 81
Rö14	Pentode		EF 804 S
Rö15	Stabilisator		85 A 2
RsT	Thermorelais		RLS 301/3
S1	Spulenschaltertrommel		4620-1.4
S2	Scheibenschalter		SRN 314/32
S3	Scheibenschalter		SRN 311/32
S4	Scheibenschalter		SRN 311/32

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
S5	Scheibenschalter		SRN 311/32
S6	Netzschalterkomb.		SRK 1 U
S7	Spannungswähler		FD 60515
S8	Drucktaste		SR 613/2 mech. gekuppelt m.S1
Si1	Schmelzeinsatz	1 A	1 C DIN 41571
Si2	Schmelzeinsatz	100 mA	0,1 C DIN 41571
Tr1	Ausgangsübertrager		4620-3.14
Tr2	Netztransformator		4620-3.15/2

Ergänzung

R79	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25

Instruction Book

FREQUENCY DEVIATION METER

Type FMV BN 4620

Rohde & Schwarz Sales Co. (USA), Inc.
111 Lexington Ave., Passaic, N. J. 07055
201-773-8010

Note: Always quote the Type and Order Number (BN) in addition to the Serial Number (FNr.) of the set when asking for technical information and, in particular, when ordering repair parts.

Edition R 8594/963 d/e

TABLE OF CONTENTS

1. Specifications 35

2. Uses 38

3. Preparation for Use 39

3.1. Adjusting the Instrument to the Local AC Supply Voltage 39
3.2. Connectors 39
3.3. Setting the Mechanical Zero on the Meters 41
3.4. Switching On 41
3.5. Calibration I, Relative Centre-frequency Error 41
3.6. Calibration II, Frequency Deviation 42
3.7. Checking the Calibration of the Frequency Deviation by Measuring the Modulation Index 42

4. Measuring 44

4.1. Adjusting the Frequency 44
4.2. Measuring the Relative Centre-frequency Error 44
4.3. Measuring the Frequency Deviation 45
4.4. Measuring the Phase Deviation 46
4.5. Measuring the Frequency Response of the Modulation 46
4.6. Measuring the Percentage Modulation 47
4.7. Measuring the Distortion (with FM only) 47
4.8. Measuring the Signal-to-noise Ratio, Weighted and Unweighted 48
4.9. Measurement above 300 Mc 48

5. Description 49

5.1. Function 49
5.2. Construction 51

6. Replacement of Valves 53

7. Table of Replaceable Parts 54

Circuit Diagram 65

1. SPECIFICATIONS

Frequency range	20 to 300 Mc; up to 600 Mc by mixing the input signal with harmonics of the Type FMV oscillator frequency
Sub-ranges	20 to 33/59/102/185/300 Mc
Accuracy	±1 %
Indicating ranges for relative centre-frequency error	-30 to +30 kc -100 to +100 kc
Accuracy	±2 %, after calibration
Ranges of indication for frequency deviation	0 to 10/30/60/150 kc
Accuracy	±4 %, after calibration
Accuracy of the built-in frequency deviation standard	±1 %
Ranges of indication for the AM modulation depth	0 to 10/30 %
Accuracy	±10 %
Frequency range of the modulation	30 cps to 15 kc; up to 60 kc with an accuracy of ±10 % for frequency deviation indication
De-emphasis	50 µsec, selectable for indication, test output, or indication + test output
VHF input	R&S connector Dezifix B, adaptable to other plug and socket systems, see page 40
Input impedance	approx. 60 Ω
Input voltage requirement for frequency-deviation measurement for modulation-depth measurement	 10 to 50 mv 20 to 100 mv the input voltage requirement for frequencies from 300 to 600 Mc is about 10 times as great
Maximum input voltage	2.5 v
Test output	telephone jacks

Output impedance	less than 30 Ω from 30 cps to 3 kc less than 150 Ω from 3 to 15 kc
Output voltage in each AM and FM range of indication at full-scale deflection of the meter	approx. +6 db
Frequency response of the output voltage	
from 30 cps to 15 kc	flat within 5 % when operating into more than 600 Ω
from 15 to 60 kc	-30 % to +5 % when operating into 600 Ω
Inherent distortion when operating into more than 600 Ω (at modulation frequencies below 15 kc)	
without de-emphasis	less than 0.5 % at a frequency deviation of 75 kc less than 1 % at a frequency deviation of 150 kc
with de-emphasis	less than 0.3 % at a frequency deviation of 75 kc less than 0.5 % at a frequency deviation of 150 kc
Inherent spurious frequency deviation	less than 15 cps corresponding to 74 db referred to 75-kc frequency deviation in the frequency range below 225 Mc less than 25 cps corresponding to 70 db referred to 75-kc frequency deviation in the frequency range above 225 Mc
Inherent spurious amplitude modulation	less than 0.05 %
Incidental amplitude modulation at a frequency deviation of 75 kc	less than 1 %
Power supply	115/125/220/235 v ±10 % 47 to 63 cps (75 va)
Valves, etc.	1 valve EC 81 8 valves EF 800 4 valves EF 804 S 1 valve PL 81 1 reference tube 85 A 2 1 miniature glow lamp 220 v 1 1-amp fuse (1 C DIN 41571) 1 0.1-amp fuse (0,1 C DIN 41571)

S U P P L E M E N T

to Instruction Book R 8594/963 d/e

FREQUENCY DEVIATION METER Type FMV BN 4620

refers to instruments with the Serial nos. F 1731/1 to 100

TAR: Einkleben in R 8594/963 d/e zwischen Seite 36 und 37

Alterations

Page 36 — 2nd line up from below: 1 C DIN 41571 will become M 1 C 41571.
last line: 0.1 C DIN 41571 will become M 0.1 C DIN 41571.

Page 39 — 16th line up from below: 1.6-amp fuse will become 2-amp fuse.

Page 57 — G1 1, GK 2551 will become GK/OA 95.

Page 57 — G1 2 and G1 3, each GK 2551, will become Diode pairs GK/2x AA 118.
K1, LKK 61900 will become 4620-19.

Page 63 — RsT, RLS 301/3 will become RLS 301/1.

Page 63 — Si1, 1 C DIN 41571 will become M 1 C DIN 41571.
Si2, 0.1 C DIN 41571 will become M 0.1 C DIN 41571.

Circuit Diagram: RsT no longer connects to the winding 14-15 of Tr2, but to the winding 12-13 of Tr2.

Supplement Edition R 10322/865
(Translation of the German Edition R 10319/865)

Dimensions	540 x 234 x 378 mm (R&S Standard Cabinet 56)
Weight	27 kg
Accessory	1 connecting cable LK 333

2. USES

The Frequency Deviation Meter Type FMV is a test demodulator used to monitor frequency modulated transmitters. It may be employed for measurements in development work and production as well as for programme monitoring. The frequency range of this instrument covers the entire VHF band. The following measurements can be carried out with the Type FMV:

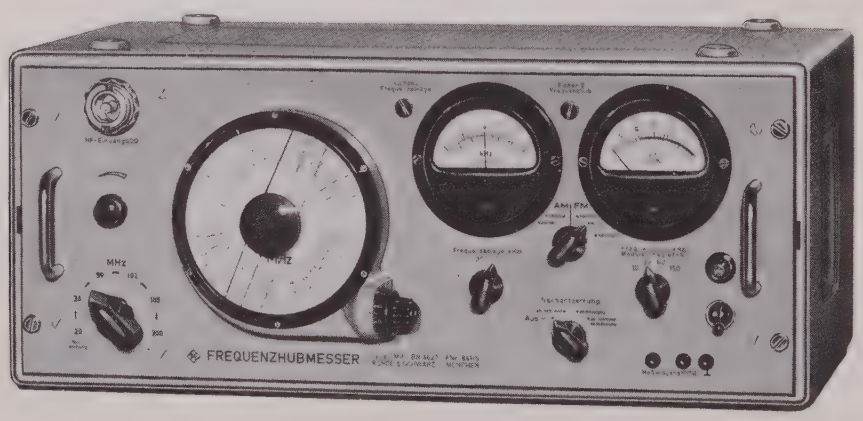
a) Measurement of the static modulation characteristics by determining the centre-frequency error.

b) Measurement of the carrier drift due to modulation or supply voltage fluctuations.

c) Measurement of the frequency deviation (0 to 150 kc) at modulation frequencies between 30 cps and 15 kc (or up to 60 kc with reduced accuracy).

d) Measurement of the frequency response of the modulation and checking the characteristics of the standard pre-emphasis.

e) Measurement of the amplitude modulation up to 30 % and of the incidental amplitude modulation of FM transmitters.



When using additional equipment, it is furthermore possible to measure:

f) Non-linear distortion of modulation (with Distortion Meter Type FTZ BN 4816).

g) Hum and spurious modulation of a transmitter (with Noise Meters Type UPGR BN 12038, Type UPGF BN 12036 or Microvoltmeter Type UVM BN 12011).

3. PREPARATION FOR USE

3.1. Adjusting the Instrument to the Local AC Supply Voltage

The Frequency Deviation Meter Type FMV leaves the factory adjusted for operation from an AC supply voltage of 220 v. To adapt it for operation from 115, 125 or 235 v, it is necessary to loosen the cheese-head screws at the left and right-hand edges of the front panel, to withdraw the chassis from its cabinet and to insert a suitable fuse into the pair of clips marked on the fuse strip over the power transformer to correspond with the local AC supply. The 1-amp fuse used for 220 v is also suitable for 235 v. For 115 and 125 v, use a 1.6-amp fuse. The anode supply fuse, also located above the power transformer, must be suited for 100 ma regardless of the AC supply voltage.

AC supply fluctuations up to ±10 % can be tolerated. In this case, the specified accuracy of the instrument will still be maintained. In case of larger under- or overvoltages, it is necessary to connect a suitable voltage regulator ahead of the instrument.

3.2. Connectors

The connection of the AC supply is made with the cable LK 333 supplied with the instrument. The mating plug of the Type FMV is on the rear. The input of the Type FMV is equipped with a Dezifix B connector unless otherwise specified in the order. In this case the coaxial connecting cable must also have a connector of this type. However, the input of the Type FMV offers the remarkable advantage of being adaptable to other plug and socket systems. At present the screw-in assemblies mentioned in the following table are available. It is very easy to make

the required adaptation: Unscrew the outer conductor of the Dezifix connector with the wrench Type FZM 10900 available from R&S and the inner conductor with a 4-mm screwdriver. Then insert the inner and the outer conductor of the respective screw-in assembly. We recommend that Dezifix connectors and screw-in assemblies be carefully handled and stored since even slight mechanical damages may impair their electrical characteristics. Other test equipment, such as used for frequency-response and distortion measurements, can be connected at the lower right-hand corner of the front panel. The left and centre jacks of the TEST OUTPUT are floating, the right-hand one serves to connect the cable shielding. The characteristics of the test output are set forth on page 35.

Desired Connector at Input	Screw-in Assembly Order No.
50-Ω socket series UHF	FHD 10900/50
50-Ω plug series UHF	FHS 10900/50
50-Ω socket series N	FHD 20900/50
50-Ω plug series N	FHS 20900/50
50-Ω socket series C	FHD 30900/50
50-Ω plug series C	FHS 30900/50
50-Ω socket series BNC	FHD 40900/50
50-Ω plug series BNC	FHS 40900/50
50-Ω RF socket 4,1/9,5	FID 20900/50
50-Ω RF plug 4,1/9,5	FIS 20900/50
50-Ω RF socket 7/16	FID 40900/50
50-Ω RF plug 7/16	FIS 40900/50
60-Ω RF socket 3,5/9,5 DIN 47281	FID 20900/60
60-Ω RF plug 3,5/9,5 DIN 47281	FIS 20900/60
60-Ω RF socket 6/16 DIN 47282	FID 40900/60
60-Ω RF plug 6/16 DIN 47282	FIS 40900/60
50-Ω connector General-Radio 874	FLA 20900/50
50-Ω connector Marconi H 4	FLB 20900/50

3.3. Setting the Mechanical Zero on the Meters

With the instrument switched off, the pointers of the two meters should be at the mechanical zero, that is, at 0 kc on each scale. The slotted screw recessed in the meter housing serves to correct the zero.

3.4. Switching On

The toggle switch in the lower right-hand corner of the front panel serves to switch on the Type FMV. The glow lamp above this switch indicates the presence of AC supply voltage. The instrument is ready for operation after a warm-up period of about 1 minute; in order to obtain the specified accuracy it is, however, advisable to allow a warm-up period of about half an hour.

3.5. Calibration I, Relative Centre-frequency Error

This requires the following settings:

a) Put frequency range switch (lower left-hand corner) to CALIBRATION I.
b) Throw centre-frequency error range switch to the 100-kc range.
c) Bring AM/FM switch (between the meters) to the position FM CARRIER.
d) Adjust transparent cursor in the range covering 10.7 Mc until the pointer of the left-hand meter rests at a relative centre-frequency error of 0 kc; read the frequency from the scale accurately. Correct tuning is evidenced if, upon a slight change of the tuning control, the meter pointer deflects to the left or right of its mid-position. It does not matter whether or not it was necessary to set the frequency scale exactly to 10.7 Mc, i.e. to the intermediate frequency of the Type FMV, to obtain a 0-kc reading of the centre-frequency error. The long-time stability of the oscillator in the Type FMV is not very high

and the purpose of this calibration is merely to check the relative centre-frequency error.

e) If the setting of the frequency scale is increased by exactly 0.1 Mc, the pointer of the meter should deflect to a relative centre-frequency error of 100 kc. The same holds when lowering the frequency setting by 0.1 Mc. If a 100-kc deflection is not obtained at this relative frequency change of 0.1 Mc, this deflection must be brought about by a corresponding adjustment of the control CALIBRATION I at the upper left-hand side of the meter.

3.6. Calibration II, Frequency Deviation

This calibration must be preceded by calibration I and is made as follows:

a) Put AM/FM switch to CALIBRATION II/40 KC. This will cut in the built-in frequency deviation standard which, on 10.7 Mc at a modulation frequency of 50 cps, delivers a rectangular deviation corresponding to a sinusoidal frequency deviation of 40 kc.

b) Throw the range switch (below the right-hand meter) to the frequency deviation range of 60 KC and adjust the control CALIBRATION II (at the upper left-hand side of the right-hand meter) until the meter indicates 40 kc. The switches provided for the frequency range, REL. CENTRE-FREQUENCY ERROR and DE-EMPHASIS, may be in any of their positions.

Absolute checking of the frequency deviation is possible by measuring the modulation index as described below.

3.7. Checking the Calibration of the Frequency Deviation by Measuring the Modulation Index

The absolute check of the frequency deviation by determining the modulation index is based on the fact that the amplitude of the carrier dis-

appears at certain modulation indices and thus becomes zero. The modulation index is defined as the ratio of the frequency deviation to the modulation frequency. The respective modulation index can be computed for the various zeros with the aid of Bessel's functions. At a constant modulation frequency of, say, 5 kc and an increasing frequency deviation, this calculation gives the following zeros:

1. Zero of the carrier at a deviation of 12.02 kc
2. Zero of the carrier at a deviation of 27.60 kc
3. Zero of the carrier at a deviation of 43.27 kc
4. Zero of the carrier at a deviation of 58.90 kc
5. Zero of the carrier at a deviation of 74.70 kc
6. Zero of the carrier at a deviation of 90.40 kc

The measurement requires a receiver permitting very selective reception of the carrier. The bandwidth of the receiver should be about 1 kc at a modulation frequency of 5 kc (IF crystal filter). A receiver having a local oscillator for A1 operation would be very well suited as this facilitates monitoring the transmitter frequency when it changes somewhat due to modulation or other influences during the measurement. If now the frequency deviation of the transmitter is increased slowly (with the modulation frequency of 5 kc kept constant) beginning at zero, the first zero of the carrier is obtained at a frequency deviation of 12.02 kc. The carrier returns if the frequency deviation is further increased and disappears once again at a deviation of 27.6 kc. This method allows checking the calibration of the Type FMV at a number of points with the accuracy of the modulation frequency.

4. MEASURING

Please make sure for all measurements that the voltage applied to the input of Type FMV does not exceed 2.5 v. Otherwise the input voltage control, R55, might be damaged.

4.1. Adjusting the Frequency

Because of the wide-band input, each frequency can be tuned to two different points on the scale, 2 x 10.7 Mc apart. If in the ranges 20 to 185 Mc the frequency of the transmitter is not known to a certain approximation, then it is necessary to tune to the higher of the two possible settings; in the range 185 to 300 Mc tune to the lower of the two possible settings. Where this rule is adhered to, the relative centre-frequency error of the transmitter will be indicated on the Type FMV with the correct sign.

For precise tuning to the transmitter frequency, refer to the meter indicating the relative centre-frequency error. During tuning, the pointer of the meter will first deflect in one direction, then return, pass through zero to the other side and finally return to zero. Correct tuning is ensured when the pointer is at zero. A negative centre-frequency error of the transmitter is indicated by a clockwise deflection, a positive error by a counterclockwise deflection.

4.2. Measuring the Relative Centre-frequency Error

The Type FMV offers direct measurement of small relative changes in the carrier frequency of a transmitter, such as are due to modulation, AC supply fluctuations or changes in coupling. For example, a frequency change of the order of ±0.001 % (corresponding to a centre-frequency error of ±2 kc) at a carrier frequency of 200 Mc is still indicated directly. Naturally, it is possible to make only short-time measurements

since the long-time stability of the local oscillator of the Type FMV is not very good.

First tune accurately to the transmitter frequency by referring to 4.1. It is advisable to select the range for a centre-frequency error of 30 kc. Put the AM/FM switch to the position FM CARRIER and adjust the input-voltage control (centre left-hand side) until the pointer of the right-hand meter is within the long green check mark. Where this is impossible, increase or decrease the transmitter voltage. Dependent on what is to be measured, the transmitter should subsequently be, say, modulated or its supply voltage be varied. Next put the centre-frequency error control of the Type FMV to a suitable range (0 to 30 or 0 to 100 kc) and read the frequency change from the left-hand meter.

4.3. Measuring the Frequency Deviation

First tune to the transmitter frequency by referring to 4.1. It is advisable to select the range for a centre-frequency error of 30 kc and to tune exactly to 0 kc, for it must be ensured, in particular with a large frequency deviation, that the middle straight section of the discriminator characteristic remains balanced. Put the AM/FM switch to FM CARRIER and adjust the input voltage control (centre left-hand side) until the pointer of the right-hand meter is within the long green check mark. Now throw the AM/FM switch to FM CHECK, the switch DE-EMPHASIS to OFF, select a suitable range of frequency deviation (0 to 10/30/60/150 kc) with the switch FREQUENCY DEVIATION/PER CENTAGE MODULATION and read the frequency deviation from the right-hand meter. Amplitude modulation up to 30 % present at the same time will have no detrimental effect on the frequency-deviation reading.

Due to the high sensitivity of the indication for the frequency deviation, it is possible to determine a spurious frequency modulation down to about 200 cps directly. Still smaller spurious deviations can be meas-

ured with a microvoltmeter connected to the TEST OUTPUT (the R&S Microvoltmeter Type UVM BN 12011 is a suitable instrument). The measurement is made in two steps: First, modulate the transmitter so that the Type FMV reads a larger deviation (say, 60 kc) and read the voltage corresponding to this deviation (say, 1.5 v) from the Type UVM. This gives a measure of the voltage per one cycle of frequency deviation. Now remove the modulation from the transmitter and read the voltage on the Type UVM which corresponds to the spurious modulation. The voltage ratio then gives the spurious deviation in cycles per second. In this way it is possible to read frequency deviations down to less than 50 cps, i.e. down to the level of the inherent spurious voltages of the Type FMV.

4.4. Measuring the Phase Deviation

The phase deviation $\Delta\varphi$ of a transmitter can also be measured with the Type FMV. Although it is not directly indicated like the frequency deviation Δf, it can be determined for the given or selected modulation frequency f_m from

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta f}{f_m}$$

As in the frequency-deviation measurement, the lower limit of phase deviation measurable without additional equipment is determined by the lowest deviation range (10 kc). The measurement range can be extended towards lower values if the output voltage of the Type FMV is measured with an external voltmeter, as recommended in section 4.3. for the measurement of spurious modulation.

4.5. Measuring the Frequency Response of the Modulation

Since the frequency-deviation indication is proportional to the AF voltage, it is possible to make a frequency-response measurement and to determine the frequency deviation at the same time. Likewise possible

is a comparison between the pre-emphasis of a transmitter and the standard de-emphasis of 50 µsec obtainable in the Type FMV. A switch makes the de-emphasis of the Type FMV appear at the meter, at the test output or at the meter and test output at the same time. Furthermore, the de-emphasis can be switched off. This switchover feature enables various measurements to be made with the Type FMV. For the settings on the Type FMV refer to what has been said in the foregoing sections.

4.6. Measuring the Percentage Modulation

To measure the percentage modulation, first tune to the frequency of the transmitter in question by referring to 4.1, throw the switch DE-EMPHASIS to OFF, the AM/FM switch to AM CARRIER and adjust the input voltage control until the pointer of the right-hand meter is within the blue calibration mark AM. If necessary, the output voltage of the transmitter under test should be varied until this adjustment is possible. Next switch to AM CHECK, select a suitable range for percentage modulation (0 to 10/30/60 %) and read the percentage of modulation from the right-hand meter. It should be borne in mind that the specified accuracy holds only for modulation up to 30 %. When measuring the incidental amplitude modulation of an FM transmitter, it is important to tune for a relative centre-frequency error of 0 kc since otherwise the percentage modulation would appear to be greater.

4.7. Measuring the Distortion (with FM only)

This requires the same adjustments on the Type FMV as does a frequency-deviation measurement according to 4.3. It is then necessary to tune for a centre-frequency error of 0 kc as accurately as possible, especially with large frequency deviations. Set the DE-EMPHASIS switch to the required position. Connect a distortion meter to the TEST

OUTPUT after terminating the latter with 600 Ω. A useful instrument for distortion measurement is the R&S Distortion Meter Type FTZ BN 4816 for the four frequencies of 40, 1000, 5000 and 15,000 cps.

4.8. Measuring the Signal-to-noise Ratio, Weighted and Unweighted

Here also, the Type FMV should be adjusted as set forth under 4.3. for frequency-deviation measurement. If the transmitter operates with pre-emphasis, it is necessary to cut in the de-emphasis of the Type FMV. First measure the voltage level at the TEST OUTPUT with the transmitter normally modulated, e.g. with a deviation of 75 kc, and next with the transmitter unmodulated. In this case, terminate the test output with 600 Ω. The signal-to-noise ratio can then be stated as a voltage ratio or, what is more common, in level values (db).

R&S instruments which can be used for the above purposes are: Noise Meter Type UPGR BN 12038 (with switchover from rms to peak-value indication with and without noise weighting according to CCIR) or Type UPGF BN 12036 (for measurement on speech channels with rms reading with and without weighting according to CCIR) or Milivoltmeter Type UVN BN 12001 (only for unweighted signal-to-noise ratio measurement). The values listed under "1. Specifications" for the inherent signal-to-noise ratio (inherent spurious deviation) of the frequency deviation meter are rms values, measured without weighting. Peak-value indication will give lower values: about 70 db referred to 75 kc deviation in the frequency range below 225 Mc, about 65 db referred to 75 kc deviation in the frequency range over 225 Mc.

4.9. Measurement above 300 Mc

The Type FMV permits frequency deviation and percentage modulation to be measured at frequencies beyond its nominal frequency range, by mixing the 2nd harmonic of the oscillator with the input frequency to

obtain the intermediate frequency of 10.7 Mc. In this kind of measurement, the sensitivity of the Type FMV is somewhat lower; a measurement at 600 Mc requires about 10 times the value of the input voltage to give a pointer deflection required for calibration, when the input voltage control is fully advanced. Please make sure that the maximum permissible input voltage of 2.5 v is not exceeded.

5. DESCRIPTION

5.1. Function (see circuit diagram)

The RF signal passes via the high-pass filter C1-C2-L1-C3 and the input voltage control R55 to the input of the mixer Rö1, without further selective circuits. The high-pass filter suppresses all input frequencies below 20 Mc and, in particular, keeps frequencies which are within the IF bandwidth of 10.7 Mc ±150 kc away from the input of the mixer.

The heterodyning voltage is produced in the separate local oscillator Rö2 and applied to the cathode of the mixer. In the frequency range 20 to 185 Mc, the local-oscillator frequency is higher than the input frequency; in the range 185 to 300 Mc, it is lower than the input frequency.

Because of the wideband input, the image-frequency signal and the desired signal, which are 2 x 10.7 Mc apart, are of the same amplitude. In the range 20 to 185 Mc the correct frequency is that of the higher signal, in the range 185 to 300 Mc, it is that of the lower signal.

Apart from the five frequency ranges covering 20 to 300 Mc with the coils L3 to L7, the oscillator has another frequency range in the IF band 10.4 to 11.0 Mc, the associated circuit being L2-C16. This range is used for calibration of the meter I1, which indicates a relative centre-frequency error of up to 100 kc.

The mixer is followed by two IF amplifier stages, Rö3-Rö4, and two limiter stages, Rö5-Rö6. The time constant of the limiter is so small that even a spurious amplitude modulation of high frequency, e.g. pulses, is eliminated. In the switch position FM CARRIER, the grid current of the limiter Rö5 is indicated by the meter I2; this permits checking the input amplitude.

The second limiter is followed by two crystal diodes Gl 2-Gl 3 used as a wideband discriminator which, similarly to the entire IF section, has been designed for minimum distortion. The DC voltage present at the discriminator serves to indicate the relative centre-frequency error on the meter I1. The cathode follower Rö7 acts as an impedance transformer and, for the four frequency-deviation ranges, applies the AF voltage to the voltage divider R60 to R63 operated by S4F.

For the measurement of percentage modulation, the IF voltage after the first IF valve Rö3 is rectified by Gl 1, and the AF voltage is applied via the cable K6, switch S2IR and K7, to the voltage divider controlled by S4F. The DC voltage present after Gl 1 is a measure of the RF signal amplitude and is indicated by the meter I2 in the switch position AM CARRIER. The input voltage control R55 serves to bring the RF amplitude to the value required for AM CHECK.

The two stages Rö9-Rö10, operating with negative feedback, and the cathode follower Rö11, with the output transformer Tr1, amplify the FM and AM modulation voltage for the TEST OUTPUT. For indication of the frequency deviation and percentage modulation, the AF output signal of Rö10 is applied to the cathode follower Rö12 where it is rectified by Gl 5 and indicated by I2.

The standard deviation oscillator Rö8, which operates on the intermediate frequency, is put into operation when switch S2 is thrown to CALIBRATION II/40 KC. The 50-cps current flowing in the frequency deviation standard through the diode Gl 4 controls this valve so that it

functions for each period like a switch; this places the capacitance C65 in the rhythm of the supply frequency across the tank circuit, which produces a rectangular frequency deviation corresponding to a peak frequency deviation of 40 kc at sinusoidal modulation. The frequency jump depends entirely on the capacitance ratio. The stability of the frequency deviation is very good (±1 %) even in the case of large AC supply fluctuations.

The primary circuit of the power supply has been designed for the four AC supply voltages of 115 v, 125 v, 220 v and 235 v. The anode-supply voltage for all stages is regulated by the valves Rö13-Rö14-Rö15, Rö13 being the series regulator valve, Rö14 the control valve for Rö13, and Rö15 a reference tube which maintains a constant voltage on the grid of Rö14. The stages responsive to hum, Rö1-Rö2-Rö7-Rö9-Rö10, are heated with direct current from rectifier Gl 6 with R90-C88.

5.2. Construction

The mixer Rö1 and oscillator Rö2 are incorporated in a housing which is sealed against RF leakage by a plate tightened by 10 screws. A backlash-free coupling device is between the scale drive and the shaft of the variable capacitor in the oscillator circuit. The coil turret of the oscillator is rotated by the range control operating via gears. The IF section with the stages Rö3, Rö4, Rö5, Rö6 and Rö7 is arranged at the rear. Cable K2 connects the output of the mixer (L8) to the IF section. All other connections to the IF section are made through two multipoint connectors. For repair work, the IF section can easily be removed from the instrument.

The deviation standard with Rö8 plugs into the IF section. The power supply with Tr2, Rö13, Rö14, Rö15 mounts on the right-hand side. The AC supply fuse Si1 on the fuse strip S7 and the anode-supply fuse Si2 are above the power transformer Tr2. The remaining space on the in-

termediate panel is occupied by the AF section with Rö9, Rö10, Rö11 and Tr1.

All operating controls and the two meters are on the front panel: The coaxial input connector Dezifix B is in the upper left-hand corner; below it is the control R55 as well as the frequency range switch for the five ranges 20 to 300 Mc and for another position CALIBRATION I (range 10.4 to 11.0 Mc) which is used to calibrate the meter I1 reading the relative centre-frequency error between 0 and ±100 kc. The frequency dial has a coarse drive (in the centre) and a 1 : 100 vernier drive with a rotatable 100-division dial ring.

The left-hand meter (I1) indicates the relative centre-frequency error, the right-hand one (I2) reads the input voltage, the frequency deviation at frequency modulation and the percentage modulation at amplitude modulation. The associated range switches are below the meters: S3 for a relative centre-frequency error of 0 to ±30/±100 kc, S4F for a frequency deviation of 0 to 10/30/60/150 kc and a percentage modulation of 0 to 10/30 %. The scales of the right-hand meter hold for kilocycles and percent. The controls R105 and R86 for calibration of the relative centre-frequency error and frequency deviation, respectively, are above the associated meters. The switch S2 with its five positions AM CARRIER, AM CHECK, FM CARRIER, FM CHECK, and CALIBRATION II is located between the two meters. Below this switch is S5 for the de-emphasis (50 µsec). In the first position of S5, the de-emphasis is OFF; in the other positions the de-emphasis is either DE TO METER, DE TO TEST OUTPUT or DE TO METER AND TEST OUTPUT. Three telephone jacks for the test output are provided in the lower right-hand corner. The left and centre ones are floating and connected to the output transformer Tr1 whereas the right-hand one is earthed.

The power switch S6I (combined with the short-circuit switch S6II for I2) and the glow lamp Rl 1, which is the voltage indicator connecting to

the primary winding of Tr2, are at the right. The handles at the left and right facilitate withdrawing the chassis from its cabinet. The front panel is secured to the cabinet by 4 cheese-head screws at the left and right edges. The steel cabinet has a carrying handle on each side and is protected during transportation by a steel lid covering the front panel. It is also possible to insert the set into a German standard rack 520 DIN 41491.

6. REPLACEMENT OF VALVES

The valves Rö3 to Rö15 are readily accessible after removing the chassis from its cabinet and can be replaced by new valves of the same type without affecting the performance and accuracy of the instrument. The two valves Rö1 = EF 800 and Rö2 = EC 81, the mixer and oscillator, are in the housing which is sealed by a plate secured by 10 screws and mounts behind the frequency dial. The mixer valve Rö1 is readily replaceable. Replacing the oscillator valve may result in a change in frequency accuracy by about 2 %. However, the original accuracy of ±1 % can be reached by selecting a suitable valve having the same characteristics as the original one. For checking the frequency calibration, we recommend the R&S VHF-UHF Frequency Meter Type WID (BN 442).

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C1	Capacitor, synth. foil	200 pf/500 v	CKD 2/200/500
C2	Capacitor, synth, foil	500 pf/125 v	CKD 2/500/125
C3	Capacitor, synth. foil	200 pf/500 v	CKD 2/200/500
C4	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C5	Capacitor, mica	approx. 80 pf	incl. in 4620-1.6
C6	Capacitor, mica	approx. 4 pf	incl. in 4620-1.1
C7	Capacitor, variable		4620-1.1
C8	Capacitor, mica	approx. 12 pf	incl. in 4620-1.1
C9	Capacitor, mica	approx. 4 pf	incl. in 4620-1.1
C10	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C11	Capacitor, ceramic	74 pf	CCH 31/47 parallel CCH 31/27
C12	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C13	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C14	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C15	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C16	Capacitor, ceramic	138 pf	CCH 31/82 parallel CCH 31/56
C17	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C18	Capacitor, ceramic	56 pf	CCH 31/56
C19	Capacitor, ceramic	1 pf	CCG 21/1
C20	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C21	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C22	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C23	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C24	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C26	Capacitor, ceramic	22 pf	CCH 31/22
C27	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C28	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C29	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8125
C30	Capacitor, ceramic	22 pf	CCG 68/22
C31	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C32	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C35	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8125
C36	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8125
C37	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C38	Capacitor, ceramic	47 pf	CCH 31/47
C39	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8125
C40	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C41	Capacitor, ceramic	68 pf	CCH 31/68
C42	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8125
C43	Capacitor, ceramic	100 pf	CCH 68/100
C44	Capacitor, ceramic	100 pf	CCH 68/100
C45	Capacitor, paper	100,000 pf/250 v	CPK 100 000/250
C49	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C50	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C51	Capacitor, feed-through, ceramic	100 pf	CFR 2/100
C52	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C53	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C54	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C55	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C56	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C57	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C58	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C59	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C60	Capacitor, feed-through, ceramic	100 pf	CFR 2/100
C61	Capacitor, feed-through, ceramic	100 pf	CFR 2/100
C62	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C63	Capacitor, feed-through, ceramic	2000 pf	CFS 2000
C65	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8125
C66	Capacitor, ceramic	68 pf	CCH 31/68
C67	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8125
C68	Capacitor, ceramic	22 pf	CCH 31/22
C69	Capacitor, ceramic	150 pf	CCH 68/150
C70	Capacitor, ceramic	150 pf	CCH 68/150
C72	Capacitor, paper	100,000 pf/250 v	CPK 100 000/250
C73	Capacitor, ceramic	100 pf	CCH 68/100
C74	Capacitor, MP	0.5 µf/250 v	CMR 0,5/250/2
C75	Capacitor, synth. foil Capacitor, paper	500 pf/500 v 2500 pf/1000 v	CKS 500/500 CPK 2500/1000 parallel
C76	Capacitor, paper	100,000 pf/250 v	CPK 100 000/250
C77	Capacitor, paper	100,000 pf/250 v	CPK 100 000/250
C78	Capacitor, synth. foil Capacitor, paper	25,000 pf/250 v 100,000 pf/250 v	CKS 25 000/250 CPK 100 000/250 parallel

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C79	Capacitor, paper	100,000 pf/250 v	CPK 100 000/250
C80	Capacitor, synth. foil	500 pf/500 v	CKS 500/500
C81	Capacitor, MP	0.25 µf/500 v	CMR 0,25/500
C82	Capacitor, synth. foil	500 pf/500 v	CKS 500/500
C83	Capacitor, MP	2 µf/160 v	CMR 2/160/2
C84	Capacitor, synth. foil	2500 pf/250 v	CKS 2500/250
C87	Capacitor, electrolytic	1000 µf/35 v	CEG 21/1000/35
C88	Capacitor, electrolytic	1000 µf/35 v	CEG 21/1000/35
C89 C90	Capacitor, MP	8 µf/500 v 8 µf/500 v	CMR 8 + 8/500
C91	Capacitor, ceramic	270 pf	CCH 68/270
C92	Capacitor, MP •	8 µf/250 v	CMR 8/250
Gl 1	Diode, crystal		GK 2551
Gl 2	Diode, crystal		GK 2551
Gl 3	Diode, crystal		GK 2551
Gl 4	Diode, crystal		GK 2551
Gl 5	Diode, crystal		GK 2551
Gl 6	Rectifier, power	30 v/1000 ma	GNB 11/30/1000 B
Gl 7	Rectifier, power	360 v/200 ma	GNB 19/360/200 M
I1	Meter, moving-coil	±10 µa	IS 223/2 x 10 µA
I2	Meter, moving-coil	20 µa	IS 222/20 µA
K1	Cable, RF		LKK 61 900
K2	Cable, RF		4620 - 20
K3	Cable, RF		LK 156/2
K4	Cable, RF		LKK 61 900
K5	Cable, RF		LKK 61 900
K6	Cable, RF		LKK 61 900

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
K7	Cable, RF		LKK 61 900
K8	Cable, RF		LKK 61 900
K9	Cable, RF		LKK 61 900
K10	Cable, RF		LKK 92 220
K11	Cable, RF		LKK 61 900
K12	Cable, RF		LFA 03 022
K13	Cable, RF		LFA 03 022
K14	Cable, RF		LFA 03 022
K15	Power cord		LK 333
K16	Cable, RF		LKK 61 900
K17	Cable, RF		LKK 92 220
L1	Coil, filter		4620 - 9.3
L2	Coil, oscillator		4620 - 1.4.1
L3	Coil, oscillator		4620 - 1.4.2
L4	Coil, oscillator		4620 - 1.4.3
L5	Coil, oscillator		4620 - 1.4.4
L6	Coil, oscillator		4620 - 1.4.5
L7	Coil, oscillator		4620 - 1.4.6
L8	Coil, filter		4620 - 1.6.5
L9	Wire, copper		LD 204 wound on R8
L10	Coil, coupling		4620 - 2.2.1
L11	Coil, filter		4620 - 2.2.5
L12	Coil, filter		4620 - 2.3.1
L13	Coil, filter		1508 - 2.68.1
L14	Coil, filter		1508 - 2.68.1
L15	Coil, filter		1508 - 2.68.1
L16	Coil, discriminator		1508 - 2.70.12
L17	Coil, discriminator		1508 - 2.70.13
L18	Choke, RF		DUF 311/20

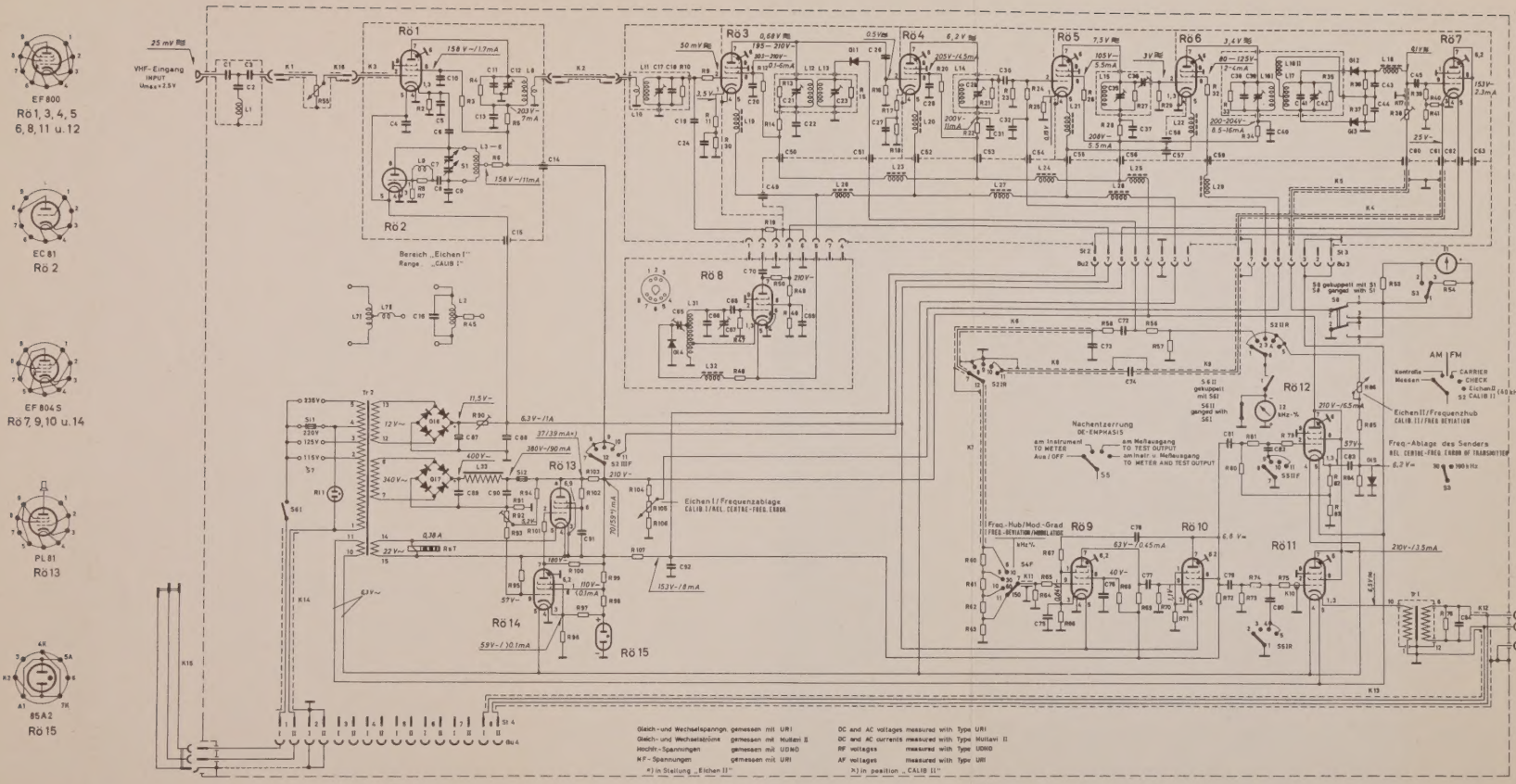
Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
L19	Choke, RF		DUF 311/20
L20	Choke, RF		DUF 311/20
L21	Choke, RF		DUF 311/20
L22	Choke, RF		DUF 311/20
L23	Choke, RF		DUF 311/20
L24	Choke, RF		DUF 311/20
L25	Choke, RF		DUF 311/20
L26	Choke, RF		DUF 311/20
L27	Choke, RF		DUF 311/20
L28	Choke, RF		DUF 311/20
L29	Choke, RF		DUF 311/20
L31	Coil, oscillator		4620 - 2.9.11
L32	Choke, RF		DUF 311/20
L33	Choke		DB 75/2
R2	Resistor, depos. carbon	250 Ω/0.25 w	WF 250/0,25
R3	Resistor, depos. carbon	30 kΩ/0.25 w	WF 30 k/0,25
R4	Resistor, depos. carbon	5 kΩ/0.25 w	WF 5 k/0,25
R5	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R6	Resistor, depos. carbon	5 kΩ/2 w	WF 5 k/2
R7	Resistor, depos. carbon	30 kΩ/0.1 w	WF 30 k/0,1
R8	Resistor, depos. carbon	30 Ω/0.05 w	WF 30/0,05
R9	Resistor, depos. carbon	60 Ω/0.05 w	WF 60/0,05
R10	Resistor, depos. carbon	5 kΩ/0.25 w	WF 5 k/0,25
R11	Resistor, depos. carbon	30 Ω/0.25 w	WF 30/0,25
R12	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R13	Resistor, depos. carbon	4 kΩ/0.25 w	WF 4 k/0,25
R14	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R15	Resistor, depos. carbon	4 kΩ/0.25 w	WF 4 k/0,25
R16	Resistor, depos. carbon	20 kΩ/0.25 w	WF 20 k/0,25

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R17	Resistor, depos. carbon	30 Ω/0.25 w	WF 30/0,25
R18	Resistor, depos. carbon	200 Ω/0.25 w	WF 200/0,25
R19	Resistor, depos. carbon	10 kΩ /0.25 w	WF 10 k/0,25
R20	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R21	Resistor, depos. carbon	2 kΩ/0.25 w	WF 2 k/0,25
R22	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R23	Resistor, depos. carbon	80 kΩ /0.25 w	WF 80 k/0,25
R24	Resistor, depos. carbon	250 kΩ/0.25 w	WF 250 k/0,25
R25	Resistor, depos. carbon	30 Ω/0.25 w	WF 30/0,25
R26	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.5 w	WF 100 k/0,5
R27	Resistor, depos. carbon	2 kΩ/0.25 w	WF 2 k/0,25
R28	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R29	Resistor, depos. carbon	20 kΩ /0.25 w	WF 20 k/0,25
R30	Resistor, depos. carbon	200 Ω /0.25 w	WF 200/0,25
R32	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R33	Resistor, depos. carbon	5 kΩ/0.25 w	WF 5 k/0,25
R34	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R35	Resistor, depos. carbon	5 kΩ/0.25 w	WF 5 k/0,25
R36	Resistor, depos. carbon	30 kΩ /0.1 w	WF 30 k/0,1
R37	Resistor, depos. carbon	30 kΩ/0.1 w	WF 30 k/0,1
R38	Resistor, depos. carbon, variable	10 kΩ lin.	WS 9122 F/10 k
	Resistor, depos. carbon	40 kΩ /0.5 w	WF 40 k/0,5 in series
R39	Resistor, depos. carbon	500 kΩ/0.25 w	WF 500 k/0,25
R40	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R41	Resistor, depos. carbon	10 kΩ /0.25 w	WF 10 k/0,25
R45	Resistor, depos. carbon	800 kΩ/0.5 w	WFO 800 k/0,5
R46	Resistor, depos. carbon	600 Ω /0.25 w	WF 600/0,25
R47	Resistor, depos. carbon	20 kΩ /0.25 w	WF 20 k/0,25
R48	Resistor, depos. carbon	125 kΩ/0.25 w	WF 125 k/0,25

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R49	Resistor, depos. carbon	250 kΩ/0.25 w	WF 250 k/0,25
R50	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R53	Resistor, depos. carbon	5 kΩ/0.25 w	WF 5 k/0,25
R54	Resistor, depos. carbon	3 kΩ/0.25 w	WF 3 k/0,25
R55	Resistor, depos. carbon, variable	60 Ω	WSH 12/60
R56	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.25 w	WF 100 k/0,25
R57	Resistor, depos. carbon	20 kΩ /0.25 w	WF 20 k/0,25
R58	Resistor, depos. carbon	10 kΩ /0.25 w	WF 10 k/0,25
R60	Resistor, depos. carbon	50 kΩ ±0.5 %/0.25 w	WF 50 k/0,5/0,25
R61	Resistor, depos. carbon	12.5 kΩ±0.5 %/0.25 w	WF 12,5 k/0,5/0,25
R62	Resistor, depos. carbon	7.5kΩ±0.5 %/0.25 w	WF 7,5 k/0,5/0,25
R63	Resistor, depos. carbon	5 kΩ ±0.5 %/0.25 w	WF 5 k/0,5/0,25
R64	Resistor, depos. carbon	16 MΩ /0.5 w	WF 16 M/0,5
R65	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R66	Resistor, depos. carbon	1.6 kΩ/0.25 w	WF 1,6 k/0,25
R67	Resistor, depos. carbon	125 kΩ/0.25 w	WF 125 k/0,25
R68	Resistor, depos. carbon	1.6 MΩ/0.5 w	WF 1,6 M/0,5
R69	Resistor, depos. carbon	200 kΩ/0.5 w	WF 200 k/0,5
R70	Resistor, depos. carbon	600 kΩ/0.25 w	WF 600 k/0,25
R71	Resistor, depos. carbon	1.25 kΩ /0.25 w	WF 1,25 k/0,25
R72	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.5 w	WF 100 k/0,5
R73	Resistor, depos. carbon	250 kΩ/0.25 w	WF 250 k/0,25
R74	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.25 w	WF 100 k/0,25
R75	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R76	Resistor, depos. carbon	2 kΩ/0.25 w	WF 2 k/0,25
R80	Resistor, depos. carbon	1 MΩ/0.25 w	WF 1 M/0,25
R81	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.25 w	WF 100 k/0,25
R82	Resistor, depos. carbon	400 Ω /0.5 w	WF 400/0,5
R83	Resistor, depos. carbon	10 kΩ /0.5 w	WF 10 k/0,5

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R84	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.25 w	WF 100 k/0,25
R85	Resistor, depos. carbon	800 kΩ/0.25 w 600 kΩ/0.25 w	WF 800 k/0,25 WF 600 k/0,25 parallel
R86	Resistor, depos. carbon, variable	100 kΩ lin.	WS 9126/100 k
R90	Resistor, wire-wound (with tap)	10 Ω/6 w	WV 6/10
R91	Resitor, depos. carbon	5 Ω/0.5 w	WF 5/0,5
R92	Resistor, depos. carbon, variable	5 kΩ lin.	WS 9122 F/5 k
R93	Resistor, depos. carbon	30 kΩ /0.5 w	WF 30 k/0,5
R94	Resistor, depos. carbon	500 kΩ/0.5 w	WF 500 k/0,5
R95	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.5 w	WF100 k/0,5
R96	Resistor, depos. carbon	20 kΩ /0.5 w	WF 20 k/0,5
R97	Resistor, depos. carbon	10 kΩ /0.5 w	WF 10 k/0,5
R98	Resistor, depos. carbon	4 kΩ/0.5 w	WF 4 k/0,5
R99	Resistor, depos. carbon	16 kΩ /1 w	WF 16 k/1
R100	Resistor, depos. carbon	1 MΩ/0.5 w	WF 1 M/0,5
R101	Resistor, depos. carbon	200 kΩ/0.5 w	WF 200 k/0,5
R102	Resistor, depos. carbon	50 Ω/0.5 w	WF 50/0,5
R103	Resistor, wire-wound	5 kΩ/4 w	WDG 5 k/4
R104	Resistor, depos. carbon	10 kΩ /0.25 w	WF 10 k/0,25
R105	Resistor, depos. carbon, variable	25 kΩ lin.	WS 9126/25 k
R106	Resistor, depos. carbon	50 kΩ /0.5 w	WF 50 k/0,5
R107	Resistor, depos. carbon	16 kΩ /1 w	WF 16 k/1
Rl 1	Lamp, glow, miniature	220 v	RL 210
Rö1	Pentode		EF 800
Rö2	Triode		EC 81
Rö3	Pentode		EF 800

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
Rö4	Pentode		EF 800
Rö5	Pentode		EF 800
Rö6	Pentode		EF 800
Rö7	Pentode		EF 804 S
Rö8	Pentode		EF 800
Rö9	Pentode		EF 804 S
Rö10	Pentode		EF 804 S
Rö11	Pentode		EF 800
Rö12	Pentode		EF 800
Rö13	Pentode, output		PL 81
Rö14	Pentode		EF 804 S
Rö15	Reference tube		85 A 2
RsT	Relay, thermal		RLS 301/3
S1	Coil turret		4620 - 1.4
S2	Switch, wafer		SRN 314/32
S3	Switch, wafer		SRN 311/32
S4	Switch, wafer		SRN 311/32
S5	Switch, wafer		SRN 311/32
S6	Power switch assembly		SRK 1 U
S7	Fuse strip		FD 60515
S8	Push button		SR 613/2 ganged with S1
Si1	Fuse	1 amp	1 C DIN 41571
Si2	Fuse	100 ma	0,1 C DIN 41571
Tr1	Transformer, output		4620 - 3.14
Tr2	Transformer, power		4620 - 3.15/2



Stromlauf

Circuit Diagram

MP MASTER
MA20660